



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PREDICTIVO DE ENFERMEDADES MEDIANTE EL ANÁLISIS EXÁMENES MÉDICOS CON LA UTILIZACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL LABORATORIO SALUD FAMILIAR DEL CANTÓN LA MANÁ”

Proyecto de investigación previo a la obtención al Título de
Ingeniero en Sistemas de Información

AUTORES:

Letty Fernanda Osorio Muñoz
Micaela Nicole Suntasig Jaen

TUTOR:

Ing. Mgtr. Jaime Mesías Cajas

**LA MANÁ – ECUADOR
AGOSTO 2024**

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Osorio Muñoz Letty Fernanda, con cédula de ciudadanía No. 050381396-6, Suntasig Jaen Micaela Nicole, con cédula de ciudadanía No. 175398991-0 declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PREDICTIVO DE ENFERMEDADES MEDIANTE EL ANÁLISIS EXÁMENES CON LA UTILIZACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL LABORATORIO SALUD FAMILIAR DEL CANTÓN LA MANÁ”**, siendo el Ing. Cajas Jaime Mesías Mgtr, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, Agosto del 2024



Letty Fernanda Osorio Muñoz
C.C: 050381396-6



Micaela Nicole Suntasig Jaen
C.C: 175398991-0

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del proyecto de Investigación sobre el Título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PREDICTIVO DE ENFERMEDADES MEDIANTE EL ANÁLISIS EXÁMENES MÉDICOS CON LA UTILIZACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL LABORATORIO SALUD FAMILIAR DEL CANTÓN LA MANÁ” de Osorio Muñoz Letty Fernanda; Suntasig Jaen Micaela Nicole, de la carrera de Sistemas de Información, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en el pre-defensa.

La Maná, Agosto del 2024



Ing. Mgtr. Jaime Mesías Cajas
C.C: 050235925-0
TUTOR


AVAL DE PROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná por cuanto, los postulantes: Osorio Muñoz Letty Fernanda; Suntasig Jaen Micaela Nicole, con el título del proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PREDICTIVO DE ENFERMEDADES MEDIANTE EL ANÁLISIS EXAMEN MÉDICOS CON LA UTILIZACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL LABORATORIO SALUD FAMILIAR DEL CANTÓN LA MANÁ”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo ante expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, Agosto del 2024

Para constancia firman:


Ing. MSc. Johnny Xavier Bazaña Zajia
C.C:120482711-5
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. MSc. Alba Marisol Córdova Vaca
C.C: 180409377-9
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Mgs. Wilmer Clemente Cunuhay Cuchi
C.C: 050239570-0
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Con profunda gratitud y aprecio, deseamos extender nuestros más sinceros agradecimientos a nuestra querida Universidad por habernos brindado la oportunidad de formar parte de su comunidad académica. Agradecemos sinceramente a los docentes, compartir su experiencia y conocimientos. En especial, al Ing. Jaime Mesías Cajas, nuestro tutor, por su invaluable orientación y dedicación.

**Letty
Micaela**

DEDICATORIA

El proyecto de investigación lo dedico a Dios, por la salud y vida que me ha brindado. A mis padres y hermanos, por su apoyo y amor incondicional. A mis amigos por su aliento constante. A mi esposo, por ser mi refugio. A mi hija, por ser mi motivación, mi luz y la razón para superarme. Esta tesis es un testimonio de mi dedicación hacia cada uno de ustedes, quienes han compartido alegrías y desafíos en este viaje académico conmigo. Su amor y sacrificio son la fuerza detrás de cada logro.

Letty

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar; a Dios, quien me ha obsequiado salud, sabiduría y paciencia, permitiéndome recorrer este largo camino en mi vida estudiantil. A mis padres, pilares fundamentales en mi existencia, por su apoyo incondicional y sabios consejos. A mis hermanos, familiares y amigos, por su constante aliento y motivación. Su presencia ha sido crucial en mi trayectoria académica. Cada logro obtenido es también suyo.

Micaela

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TÍTULO:” IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PREDICTIVO DE ENFERMEDADES MEDIANTE EL ANÁLISIS EXÁMENES MÉDICOS CON LA UTILIZACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL LABORATORIO SALUD FAMILIAR DEL CANTÓN LA MANÁ”

Autores:

Osorio Muñoz Letty Fernanda

Suntasig Jaen Micaela Nicole

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar un sistema predictivo de enfermedades mediante el análisis de exámenes médicos, utilizando inteligencia artificial para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia en la atención médica en el Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná. Entre los objetivos específicos se incluyeron: la revisión de fuentes bibliográficas para establecer una base teórica sólida; el diseño del software empleando la metodología ágil SCRUM y herramientas tecnológicas avanzadas como Python, Django, SQLite3 y Scikit-learn; y la realización de pruebas exhaustivas para evaluar la precisión, eficiencia y confiabilidad del sistema. Las conclusiones de la investigación fueron favorables. La revisión bibliográfica proporcionó una base teórica robusta, esencial para la implementación exitosa del sistema. Además, el diseño del software se llevó a cabo de manera estructurada y eficiente, garantizando flexibilidad y adaptabilidad para futuras mejoras. Las pruebas exhaustivas confirmaron que el sistema es altamente preciso, eficiente y confiable, mejorando significativamente la capacidad del laboratorio para ofrecer diagnósticos tempranos y exactos. Por lo tanto, el sistema ha tenido impactos positivos en varios aspectos. Técnicamente, representa un avance significativo al integrar tecnologías de vanguardia en la gestión de datos clínicos. Socialmente, mejora la calidad de la atención médica, beneficiando directamente a la comunidad del Cantón La Maná. Ambientalmente, optimiza el uso de recursos y reduce los desechos médicos y el consumo de papel. Económicamente, disminuye los costos asociados con pruebas innecesarias y tratamientos incorrectos, beneficiando tanto al laboratorio como a los pacientes. En consecuencia, se recomienda mantener y actualizar continuamente el sistema, capacitar al personal del laboratorio, ampliar su cobertura para incluir más tipos de exámenes y enfermedades, y explorar nuevas técnicas de inteligencia artificial para futuras mejoras. Por último, los futuros investigadores deberían continuar explorando y evaluando técnicas avanzadas de inteligencia artificial y aprendizaje automático para seguir perfeccionando los sistemas predictivos de salud.

Palabras claves: Inteligencia Artificial, Scrum, Python, Django, SQLite3 y Scikit-learn.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

LA MANÁ

TITLE: “IMPLEMENTATION OF A DISEASE PREDICTIVE SYSTEM THROUGH THE ANALYSIS OF MEDICAL EXAMS WITH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR “SALUD FAMILIAR” LABORATORY IN LA MANÁ”

Author:

**Suntasig Jaen Micaela Nicole
Osorio Muñoz Letty Fernanda**

ABSTRACT

The general objective of this research was to develop a disease-predictive system through the analysis of medical exams using artificial intelligence to improve diagnostic accuracy and efficiency in medical care at the “Salud Familiar” Laboratory in La Maná. The specific objectives included reviewing bibliographic sources to establish a solid theoretical foundation, designing the system using the agile SCRUM methodology and advanced technological tools such as Python, Django, SQLite3, and Scikit-learn, and conducting extensive testing to evaluate the system's accuracy, efficiency, and reliability. The research conclusions were favorable. The bibliographic review provided a robust theoretical foundation, which was fundamental for the successful implementation of the system. The system design was carried out in a structured and efficient manner, ensuring flexibility and adaptability for future improvements. Extensive testing confirmed that the system is highly accurate, efficient, and reliable, significantly enhancing the laboratory's ability to offer early and precise diagnoses. The system's impacts are positive. Technically, it represents a significant advancement by integrating cutting-edge technologies into clinical data management. Socially, it improves the quality of medical care, directly benefiting the community of La Maná. Environmentally, it optimizes resource use and reduces medical waste and paper consumption. Economically, it reduces costs associated with unnecessary tests and incorrect treatments, benefiting both the laboratory and patients. It is recommended to continuously maintain and update the system, train the laboratory staff, expand the system to include more types of exams and diseases, and explore new artificial intelligence techniques for future improvements. Future researchers should continue exploring and evaluating advanced artificial intelligence and machine learning techniques to further enhance predictive health systems.

Keywords: Artificial Intelligence, Scrum, Python, Django, SQLite3 y Scikit-learn.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAI DE PROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
<i>AGRADECIMIENTO</i>	v
<i>DEDICATORIA</i>	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
1 INFORMACIÓN GENERAL	1
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3 JUSTIFICACIÓN.....	3
4 BENEFICIARIOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
4.1 Directos.....	4
4.2 Indirectos	4
5 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
5.1 Planteamiento del problema.....	5
6 OBJETIVOS.....	6
6.1 Objetivo General.....	6
6.2 Objetivos Específicos	6
7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	8

8.1	Antecedentes	8
8.2	Sistemas De Información	9
8.3	Inteligencia Artificial	10
8.3.1	Redes Neuronales	10
8.3.2	Algoritmos Genéticos	10
8.3.3	Machine Learning	11
8.4	Sistemas Predictivos	11
8.5	Aplicaciones Web	11
8.6	Lenguajes De Programación	12
8.7	Lenguaje Python	12
8.7.1	Cuadro comparativo entre lenguajes de programación Python, Ruby y PHP	13
8.8	Framework De Desarrollo	13
8.9	Django.....	14
8.9.1	Cuadro Comparativo Framework Django, Flask y Laravel	15
8.10	Gestores De Bases De Datos	15
8.11	SQLite 3.....	16
8.11.1	Cuadro Comparativo Base de Datos SQLite 3, MySQL y PostgreSQL.....	16
8.12	Arquitecturas De Desarrollo Web	17
8.12.1	MVC (Modelo-Vista-Controlador).....	17
8.12.2	SOA (Arquitectura orientada al servicio)	17
8.12.3	Microservicios	17
8.12.4	Arquitectura MTV	18
8.13	Herramientas de Desarrollo de Inteligencia Artificial en Python	18
8.13.1	Sklearn.....	19
8.14	Algoritmos de Predicción	19
8.15	Tensor Flow	20
8.16	Keras	20

8.17	Editor de Código	20
8.18	Visual Studio Code	21
8.19	Servidores de Aplicaciones	21
8.20	Nginx	22
8.21	Metodologías de Desarrollo Ágil.....	22
8.22	Metodología Kanban.....	23
8.23	Metodología Xp	23
8.24	Metodología Scrum.....	24
8.25	Laboratorio Clínico	25
8.26	Gestión Médica	25
8.27	Exámenes médicos	26
8.28	Predicción de Enfermedades	26
8.29	Tipos de Predicciones	27
8.30	Código CIE De Enfermedades.....	28
8.31	Tipos de Investigación	28
8.32	Investigación Bibliográfica, de Campo, Aplicada	29
8.33	Métodos de Investigación	30
8.34	Enfoque Cualitativo	30
8.35	Enfoque Cuantitativo	31
8.36	Entrevista	31
8.37	Encuesta	32
8.38	Cuestionario	32
8.39	Lista de Cotejo	33
8.40	Historias de Usuario.....	33
8.41	Product Backlog.....	34
8.42	Despliegue de Aplicaciones Web con Django	34
9	HIPÓTESIS	34

9.1	Variable dependiente	35
9.2	Variable independiente.....	35
10	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	35
10.1	Tipos de Investigación	35
10.1.1	Investigación Bibliográfica – Documental.....	35
10.1.2	Investigación de Campo	36
10.2	Métodos de Investigación	36
10.2.1	Método Hipotético - Deductivo.....	36
10.3	Técnicas de investigación	37
10.3.1	Entrevista.....	37
10.3.2	Encuestas	37
10.4	Población y Muestra	37
10.4.1	Población	37
10.4.2	Tamaño de la muestra	38
11	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
11.1	Resultados de la Encuesta.....	39
11.2	Resultado de la Entrevista.....	41
11.3	Validación de la Hipótesis.....	42
11.4	Requerimientos Funcionales	43
11.5	Descripción del diagrama de caso de uso	45
11.6	Requerimientos Funcionales a Detalle	49
11.7	Requerimientos no funcionales.....	56
11.8	Diagrama de Secuencia.....	59
11.9	Diagrama de Base de Datos	60
11.10	Herramientas de Desarrollo	61
11.11	Aplicación de la metodología Scrum.....	61
11.11.1	Definición de Roles del Equipo.....	62

11.11.2	Product Backlog o Pila de Producto	63
11.11.3	Planificación de los SPRINT	64
11.11.4	Ejecución del Sprint 1	65
11.11.5	Sprint 2	70
11.11.6	Sprint 3	75
11.12	Pruebas Funcionales del Sistema	82
12	Impacto (Técnico, Social, Ambiental y Económico).....	84
12.1	Técnico.....	84
12.2	Social	84
12.3	Ambiental.....	85
12.4	Económico	85
13	Presupuesto de la implementación del proyecto de investigación	86
14	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
14.1	Conclusiones	87
14.2	Recomendaciones	88
15	BIBLIOGRAFÍA	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Beneficiarios del proyecto	4
Tabla 2:	Actividades de los Objetivos	7
Tabla 3:	Cuadro comparativo entre lenguajes de programación Python, Ruby y PHP	13
Tabla 4.	Características del Framework Django (Hurtado, 2021).....	14
Tabla 5:	Cuadro Comparativo Framework Django, Flask y Laravel	15
Tabla 6:	Cuadro Comparativo Base de Datos SQLite 3, MySQL y PostgreSQL.....	16
Tabla 7.	Ventajas y desventajas del desarrollo ágil.....	22
Tabla 8.	Ventajas y desventajas de Kanban	23
Tabla 9.	Comparativa de Metodologías	24

Tabla 10: Población a Investigar	38
Tabla 11: Preguntas con mayor aceptación	39
Tabla 12: Resultados de la Encuesta.....	42
Tabla 13: Requerimientos de Software.....	43
Tabla 14: Caso de uso 1	45
Tabla 15: Caso de uso 2.....	46
Tabla 16: Caso de uso 3	46
Tabla 17: Caso de uso 4.....	46
Tabla 18: Caso de uso 5.....	46
Tabla 19: Caso de uso 6.....	47
Tabla 20: Caso de uso 7.....	47
Tabla 21: Caso de uso 8.....	47
Tabla 22: Caso de uso 9.....	48
Tabla 23: Caso de uso 10.....	48
Tabla 24: Caso de uso 11	48
Tabla 25: Caso de uso 12.....	48
Tabla 26: Caso de uso 13.....	49
Tabla 27: Requerimiento F1	49
Tabla 28: Requerimiento F2	50
Tabla 29: Requerimiento F3	50
Tabla 30: Requerimiento F4.....	51
Tabla 31: Requerimiento F5	51
Tabla 32: Requerimiento F6.....	52
Tabla 33: Requerimiento F7	52
Tabla 34: Requerimiento F8	53
Tabla 35: Requerimiento F9	53
Tabla 36: Requerimiento F10	54
Tabla 37: Requerimiento F11	54
Tabla 38: Requerimiento F12	55
Tabla 39: Requerimiento F13	55
Tabla 40: Requerimiento no F1	56
Tabla 41: Requerimiento no F2	56
Tabla 42: Requerimiento no F3	56

Tabla 43: Requerimiento no F4	57
Tabla 44: Requerimiento no F5	57
Tabla 45: Requerimiento no F7	57
Tabla 46: Requerimiento no F8	58
Tabla 47: Requerimiento no F9	58
Tabla 48: Herramientas de desarrollo utilizadas.....	61
Tabla 49: Roles del proyecto Scrum.....	62
Tabla 50: Pila del Producto.....	63
Tabla 51: Planificación de Sprints	64
Tabla 52: Sprint 1.1	65
Tabla 53: Sprint 1.2	66
Tabla 54: Sprint 1.3	67
Tabla 55: Sprint 1.4	69
Tabla 56: Sprint 1.5	69
Tabla 57: Sprint 2.1	70
Tabla 58: Sprint 2.2	71
Tabla 59: Sprint 2.3	72
Tabla 60: Sprint 2.3	73
Tabla 61: Sprint 2.4	74
Tabla 62: Sprint 3.1	75
Tabla 63: Sprint 3.2	80
Tabla 64: Sprint 3.3	81
Tabla 65: Pruebas Funcionales	82
Tabla 66: Presupuesto del Proyecto.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tamaño de la Muestra	39
Figura 2: Código Python generado para la visualización de datos de la encuesta	41
Figura 3: Código Python de la prueba de Chi Cuadrado.....	43
Figura 4: Diagrama de casos de uso del sistema predictivo.....	45
Figura 5: Diagrama de secuencia del sistema predictivo	59

Figura 6: Diagrama ER.....	60
Figura 7: Formulario de Inicio de Sesión	65
Figura 8: Formulario de Registro de Pacientes	66
Figura 9: Listado de Pacientes.....	67
Figura 10: Formulario de registro de médicos	68
Figura 11: Listado de médicos.....	68
Figura 12: Formulario de Registro de Exámenes	70
Figura 13: Historial de Exámenes	71
Figura 14: Registro de Tipos de Exámenes	72
Figura 15: Análisis Médicos	73
Figura 16: Formulario de Registro de Especialidades.....	74
Figura 17: Resultado de Exámenes	75
Figura 18: Estructura del dataset para predicción de enfermedades	76
Figura 19: Matriz de confusión de la predicción de enfermedades	79
Figura 20: Frontera de decisión.....	79
Figura 21: Formulario de configuración de perfil de usuario.....	80
Figura 22: Botón de cierre de sesión	81

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

“Implementación de un sistema predictivo de enfermedades mediante el análisis exámenes médicos con la utilización de inteligencia artificial para el Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná”

Fecha inicio:	Octubre 2023
Fecha finalización:	Agosto 2024
Lugar de Ejecución:	Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Carrera que Auspicia:	Ingeniería en Sistemas de Información
Proyecto de investigación vinculado:	Desarrollo de Sistemas de la Información

Equipo de trabajo:

Estudiantes:

Apellidos y Nombres:	Osorio Muñoz Letty Fernanda
Cédula:	050381396-6
Correo:	letty.osorio3966@utc.edu.ec
Teléfono:	0959638752
Apellidos y Nombres:	Suntasig Jaen Micaela Nicole
Cédula:	175398991-0
Correo:	micaela.suntasig9910@utc.edu.ec
Teléfono:	0969656341

Tutor del proyecto:

Apellidos y Nombres:	Ing. Mgtr. Cajas Jaime Mesías
Cédula:	050235925-0
Correo:	jaime.cajas@utc.edu.ec
Teléfono:	0983720520

Línea de investigación: Tecnologías de la Información y Comunicación (TICS)

Sub línea de investigación: Inteligencia Artificial e Inteligencia de Negocios.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en el desarrollo de un sistema predictivo de enfermedades para el Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná, abordando la necesidad identificada por el médico encargado de la institución. En la actualidad, el laboratorio no dispone de un software que permita interpretar de manera rápida y efectiva el tipo de enfermedad que presentan los pacientes a partir de los resultados de los exámenes médicos. Con el fin de solventar esta carencia, el proyecto propone la creación de un sistema que proporcionará predicciones rápidas y precisas sobre las patologías de los pacientes, lo cual facilitará la toma de decisiones informada por parte del personal médico y mejorará la calidad de la atención al paciente. Se utilizarán las siguientes herramientas para el desarrollo del sistema: El lenguaje de programación Python es un lenguaje de programación altamente accesible y ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones web y análisis de datos. Además, Django, un framework de desarrollo web en Python, facilita la creación de aplicaciones web seguras y escalables, SQLite3, una base de datos ligera y embebida, ideal para aplicaciones pequeñas y medianas; y Scikit-learn (sklearn), una biblioteca de aprendizaje automático en Python que proporciona herramientas eficientes para el análisis y modelado de datos.

El desarrollo del software se llevará a cabo mediante la metodología ágil SCRUM, asegurando una implementación eficaz y eficiente en un plazo reducido. Este enfoque posibilitará la adaptación rápida a los cambios y necesidades emergentes, asegurando la entrega de un producto de excelencia. El sistema predictivo de enfermedades utilizará técnicas de análisis de datos avanzadas y aplicaciones de inteligencia artificial para identificar patrones y correlaciones en los resultados de los exámenes médicos. El objetivo es proporcionar una información precisa y oportuna sobre las posibles enfermedades presentes en los pacientes, lo que facilitará la toma de decisiones por parte del personal médico y mejorará la calidad de la atención al paciente. Se espera que la calidad de la atención al paciente se mejore notablemente, mediante la aplicación de diagnósticos más precisos, lo cual puede propiciar una mejoría en los resultados de salud.

La implementación de la inteligencia artificial en este proyecto posibilitará la creación de un sistema informático inteligente, capaz de aprender y adaptarse a medida que se recojan más información y se realicen más pruebas. En el ámbito de la salud, este hecho representa una contribución significativa en la mejora de las habilidades diagnósticas y de tratamiento de los profesionales de la salud. Esta mejora continua en la precisión y efectividad del sistema no solo beneficiará al personal médico, sino que también tendrá un impacto positivo en la comunidad atendida, contribuyendo al bienestar general y a una gestión médica más efectiva.

3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se fundamenta en la necesidad de mejorar la calidad y eficacia de la atención médica en el Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná. En términos teóricos, la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico médico ha sido exhaustiva y ha demostrado ser efectiva en la mejora de la precisión diagnóstica. En otros proyectos similares, tales como el progreso tecnológico llevado a cabo en el año 2022 para la detección de patologías mediante el procesamiento de imágenes, se ha observado una evidente tendencia hacia la implementación de soluciones innovadoras en la medicina diagnóstica. La inteligencia artificial ha sido empleada en diversos hospitales y laboratorios a nivel mundial para procesar imágenes médicas y detectar patrones que indican la presencia de enfermedades, lo que respalda teóricamente la viabilidad y efectividad de este proyecto.

La necesidad de establecer un sistema predictivo de enfermedades en dicho laboratorio es evidente en la práctica. En la actualidad, el laboratorio carece de un software que permita interpretar de forma rápida los resultados de los exámenes médicos, lo que retrasa el diagnóstico y tratamiento de los pacientes. La implementación de un sistema predictivo basado en la inteligencia artificial permitirá al personal médico llevar a cabo diagnósticos más rápidos y precisos. Este sistema no solo mejorará la calidad de la atención médica prestada, sino que también brindará una respuesta más rápida a las necesidades de salud de la comunidad.

La implementación del software se llevará a cabo mediante la metodología ágil SCRUM, lo que garantizará una implementación eficiente y en un plazo reducido. La presente metodología posibilita una adaptación rápida a los cambios y necesidades emergentes, garantizando la entrega de un producto de excelencia. Asimismo, se emplearán técnicas avanzadas de análisis de datos y aplicaciones de inteligencia artificial para identificar patrones y correlaciones en los resultados de los exámenes médicos. Este enfoque metodológico posibilitará la creación de un sistema predictivo robusto y eficaz. Este proyecto se destaca por su carácter innovador, ya que propone la implementación de inteligencia artificial en el diagnóstico médico en el contexto del Cantón La Maná. La inteligencia artificial aplicada al análisis de datos médicos puede ayudar a identificar patrones y correlaciones que podrían pasar desapercibidos para los seres humanos, mejorando significativamente la capacidad de tratamiento de los pacientes. Además, este sistema predictivo no solo proporcionará diagnósticos preliminares precisos, sino que también actuará como un asistente para el personal médico, agilizando el proceso de diagnóstico y permitiendo a los médicos concentrarse en aspectos más complejos del tratamiento.

La implementación de este sistema predictivo de enfermedades representa una inversión que puede tener un alto retorno en términos de salud pública y eficiencia del sistema de salud. Al optimizar la precisión y rapidez de los diagnósticos, se minimizarán los costos asociados a diagnósticos erróneos y tratamientos inadecuados. Al optimizar el tiempo del personal médico y permitir una atención más eficiente, se podrán atender a más pacientes en menos tiempo, lo que a su vez mejorará la productividad del laboratorio. En el largo plazo, la mejora en la atención médica y los resultados de salud de la comunidad también contribuirán a una disminución en los costos generales del sistema de salud del Cantón La Maná.

4 BENEFICIARIOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Directos

La presente investigación los beneficiarios de manera directa se utilizó a la población en general del Cantón La Maná que se conforma por 53 793 habitantes, de los cuales solo una parte se encuentra económicamente activa que son 43 999 habitantes (INEC, 2023).

4.2 Indirectos

Con la información obtenida del Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná, los beneficiarios de manera indirecta serán el personal que labora dentro del laboratorio los cuales son los médicos y especialistas en general.

Tabla 1. *Beneficiarios del proyecto*

Detalle	Beneficiarios Directos	Beneficiarios Indirectos
Descripción	Población activa económicamente del cantón La Maná.	Personal del Laboratorio Clínico “SALUD FAMILIAR” <ul style="list-style-type: none"> – Médico – Laboratorista – Auxiliar
Hombres	21 384	4
Mujeres	22 615	2
Total	43 999 habitantes	6 personas

Elaborado por: Las Investigadoras

5 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1 Planteamiento del problema

A nivel global, la demanda de atención médica supera con creces la capacidad de los profesionales de la salud disponibles. En China, por ejemplo, solo hay 12 millones de profesionales de la salud para atender a una población de casi 1.400 millones de habitantes. Ping An Good Doctor se destaca como una plataforma digital clave en este contexto, con 228 millones de usuarios registrados y recibiendo 500.000 consultas diarias. En su proceso de diagnóstico expés, los pacientes ingresan sus datos personales y antecedentes médicos en la plataforma, describen sus síntomas y, utilizando inteligencia artificial, se genera un diagnóstico preliminar que se envía a un médico humano para su validación. Este enfoque ahorra tiempo al médico y elimina la necesidad de que los pacientes visiten un dispensario físico, mejorando significativamente la eficiencia del sistema de salud (Shanghai, 2018).

En el ámbito ecuatoriano, el Instituto Ecuatoriano de Enfermedades (IECED) ha consolidado su liderazgo en investigación y tecnología médica. Recientemente, ha recibido el prestigioso reconocimiento de la Sociedad Europea de Endoscopia Gastrointestinal (ESGE) por su aplicación de inteligencia artificial en tiempo real para el reconocimiento de anatomías durante la evaluación de ultrasonido endoscópico. Esta innovación no solo minimiza el tiempo y los costos asociados a la mano de obra, sino que también maximiza el uso de los datos disponibles, mejorando la toma de decisiones médicas (Ortega, 2021). Estos avances destacan la viabilidad y el impacto positivo de implementar tecnologías de inteligencia artificial en el diagnóstico médico en Ecuador.

En el cantón La Maná, en el año 2022, se desarrolló un software utilizando modelos de Deep Learning para detectar tumores mediante el procesamiento de imágenes. Este software fue destinado al Departamento Médico de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná. Este avance tecnológico no solo ha mejorado la eficiencia del proceso de diagnóstico, sino que también ha proporcionado un valioso apoyo a los profesionales médicos en la toma de decisiones (Tuarez Rosa, 2022). Este contexto local demuestra la necesidad y la factibilidad de implementar un sistema predictivo de enfermedades utilizando inteligencia artificial en el Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná.

Los avances tecnológicos actuales, el éxito demostrado en la implementación previa en el entorno médico, la disponibilidad de una gran cantidad de datos médicos para el entrenamiento del algoritmo, la presencia de recursos humanos capacitados y el potencial impacto positivo en la mejora de la precisión diagnóstica y la eficiencia del proceso médico. La combinación de estos elementos garantiza que el proyecto no solo es viable, sino que también puede transformar significativamente la calidad de la atención médica del laboratorio, beneficiando tanto al personal médico como a la población atendida.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- Desarrollar un sistema predictivo de enfermedades mediante el análisis de exámenes médicos utilizando inteligencia artificial para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia en la atención médica en el Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná.

6.2 Objetivos Específicos

- Revisar diversas fuentes bibliográficas y estudios previos relacionados con la aplicación de inteligencia artificial en el diagnóstico médico para establecer una base teórica sólida para el desarrollo del sistema predictivo.
- Diseñar el sistema predictivo de enfermedades aplicando la metodología ágil SCRUM y herramientas tecnológicas avanzadas como Python, Django, SQLite3 y Scikit-learn.
- Ejecutar pruebas exhaustivas de funcionamiento para evaluar la precisión, eficiencia y confiabilidad del sistema predictivo de enfermedades.

7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: *Actividades de los Objetivos*

Objetivos	Actividades	Resultado	Medios De Verificación
Revisar diversas fuentes bibliográficas y estudios previos relacionados con la aplicación de inteligencia artificial en el diagnóstico médico para establecer una base teórica sólida para el desarrollo del sistema predictivo.	<ul style="list-style-type: none"> – Búsqueda de Artículos. – Revisión de revistas científicas. – Análisis de Casos de Estudio. – Documentación de información relevante. 	Formulación del estado de arte y gestión de citas teóricas.	Recolección de información como: estado del Arte, referencias y documentación bibliográfica.
Diseñar el sistema predictivo de enfermedades aplicando la metodología ágil SCRUM y herramientas tecnológicas avanzadas como Python, Django, SQLite3 y Scikit-learn.	<ul style="list-style-type: none"> – Definición de requerimientos. – Configuración del entorno de desarrollo. – Desarrollo de los módulos. 	Servidor Web: Editor de Código, SQLite, Python y Metodología SCRUM.	Pila de Producto, Diagramas, Funcionalidades implementadas.
Ejecutar pruebas exhaustivas de funcionamiento para evaluar la precisión, eficiencia y confiabilidad del sistema predictivo de enfermedades.	<ul style="list-style-type: none"> – Criterios para aplicación de las pruebas. – Verificación del modelo predictivo. – Validación de datos. 	Sistema funcional a disposición de los pacientes y médicos del Laboratorio Clínico.	Pruebas Funcionales Prueba de Chi Cuadrado

Elaborado por: Las Investigadoras

8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

8.1 Antecedentes

La búsqueda dentro de los sistemas de información nacionales de Salud, comenzaron en el proceso de informar a la sociedad, en el país de Cuba se encontró este antecedente que inicio dando inicio en el año de 1996 hasta la actualidad, dado los cambios y transformaciones que produce los contextos a través de nacionalidades e internacionalidades dando respuestas a las políticas y estrategias definido por procesos en los diferentes campos o sectores, en los centros de atención medicas a toda la ciudadanía. En el año de 1997 (Gutiérrez Vera , 2020). La dirección de Ministerio de la salud de Cuba planteó el primer desarrollo en los Sistemas Nacionales de Salud, donde se implementó procesos en la infraestructura tecnológica siguiendo el modelo integral de informatización en cada nivel esto con el fin de apoyar y potenciar la forma decisiva en las asistencias Médicas.

En la Universidad Católica de los Ángeles de Perú en la facultad de la ingeniería de sistemas de información implementaron un sistema de información en laboratorios del centro médico de Perú para el DR. Javier Pinillos (Acuña , 2021). El sistema se basa en tomar la atención de los pacientes de dicho doctor esto se implementa en la ciudad de Corrales de Perú.

Por otro lado, en Ecuador en la Universidad de Guayaquil se realizó un prototipo informático con la finalidad de gestionar todos los pacientes en el área de la especialidad de alimentación y nutrición y sobre todo la elaboración de dietas personalidades según el paciente (Intriago Mera, 2021).

El avance de las tecnologías ha abierto nuevos campos en el área de salud. La inteligencia artificial está presente en nuestro día a día, esta inteligencia artificial ha jugado un rol muy importante en la medicina aportando múltiples aplicaciones que ayudan al desarrollo de esta ciencia y facilita el desempeño administrativo y laboral en este campo.

En el colegio de médicos de Azuay realizaron una investigación profunda sobre la inteligencia artificial en la medicina (Barzallo & Barzallo, 2020). Esta herramienta se ha vuelto muy valiosa en el área de salud ya que funciona combinando grandes cantidades de datos con procedimiento rápido e interactivo. El objetivo de la Inteligencia artificial consiste en proveer software que pueda razonar lo que se recibe y explicar lo que da como resultado.

Así también en Costa Rica en el Hospital Asemblies, San José, Costa Rica implementaron inteligencia artificial para identificar patrones y determinar el Cáncer de mama por los patrones de patológicos incluso cinco años antes de presentarse como proceso cancerígeno (Escalante

González, 2023). Con el aprendizaje profundo, la inteligencia artificial está empezando a ser una realidad, complementando a los expertos en radiología, confirmando diagnósticos y eliminando posibles errores humanos.

En Ecuador en la ciudad de Quito en la Universidad Tecnológica Israel implementaron el modelo de gestión empresarial de IA en los Sistemas de Salud del país (Arizaga Villate & Paucar Suintaxi, 2022). Esto con la finalidad de implementar estrategias de tomar decisiones por la gran cantidad de pacientes que existe la implementación de inteligencia artificial ayuda a la recuperación de datos.

Entre los logros de Cuba en informática médica destacan investigación, docencia, atención primaria y secundaria y gestión empresarial de las instituciones de salud. En este campo, las aplicaciones pertenecientes al área de inteligencia artificial han generado mucho interés debido a sus capacidades de participación automática (Expósito Gallardo & Ávila Ávila, 2023). Un sistema inteligente de comportamiento en el campo de la medicina es un objetivo básico de la industria médica en el sector de la salud ya que son programas basados para mejorar la salud de la comunidad. La aplicación de la inteligencia artificial en medicina es muy fundamental para los médicos.

Los sistemas predictivos de análisis de enfermedad en Cuba en el Centro de Reumatólogos se implementó un sistema para la predicción de artritis reumatoide con el fin de determinar la influencia de los complejos inmunes y de detectar los anticuerpos en los pacientes (Martiatu Hendrich, 2023). El objeto de realizar esta implementación es con el fin de obtener resultados exactos y detallados para un mejor tratamiento y disminuir la severidad y secuelas.

También en la Universidad Internacional SEK implementaron un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional para empresas mineras en el Ecuador, basado en las mejoras sobre el análisis de los deficientes sistemas de gestión aplicados en empresas mineras que tuvieron accidentes laborales (Andrade Haro & Aguirre Cruz, 2021). El objetivo de realizar esta implementación es para tener seguridad y responsabilidad en los riesgos del trabajo con la finalidad de disminuir el desarrollo de enfermedades.

8.2 Sistemas De Información

Los sistemas de información se construyen en organizaciones del sector industrial, comercial, de servicios, público, privado o social, ya sean grandes, pequeñas o medianas, con fines de lucro o no, los sistemas de información son poderosas herramientas que soportan los procesos desarrollados en cualquier nivel de la organización. Se consideran herramientas esenciales que

ayudan en el procesamiento de datos para obtener información útil para la toma de decisiones de gestión y para apoyar cualquier actividad que se realice en la organización (Vargas, Rengifo, Guizado, & Sanchez, 2019). Los Sistemas de Información son herramientas utilizadas para mejorar la toma de decisiones, asistir en las actividades de las organizaciones y procesar los datos y obtener información valiosa.

8.3 Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial ya está presente en la vida de las personas, facilitando muchas tareas, y los sistemas de inteligencia artificial son herramientas que, si se gestionan adecuadamente, pueden contribuir al desarrollo económico de la sociedad. Su uso en incremento supone también el surgimiento de nuevos conflictos, algunos de los cuales impactan al derecho de propiedad intelectual para imponerle nuevos desafíos (Estupiñan, Yelandi, & Peñafiel, 2021). La Inteligencia Artificial ofrece diversos beneficios al mostrarnos caminos, oportunidades económicas, apoyo intelectual, así como no ofrece beneficios ha llegado a conflictos legales especialmente con la propiedad intelectual.

8.3.1 Redes Neuronales

Las redes neuronales artificiales han sido ampliamente utilizadas en el modelado y control de sistemas complejos debido a su capacidad para aproximar funciones $f: \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}^M$. Constan de una capa de ingreso, un conjunto de capas ocultas en el centro y una capa de salida. La salida de cada capa neuronal está conectada a la entrada de la siguiente capa. La conexión entre cada dos neuronas tiene un coeficiente de correlación llamado peso (Sierra & Santos, 2021). Estas herramientas son eficaces para modelar sistemas complejos por su gran capacidad de aproximación de funciones, su estructura consta de 3 capas cada neurona de una capa está conectada a la neurona de la otra capa esta conexión también es llamada conexión ponderada entre neuronas, su estructura permite el proceso y transformación de datos.

8.3.2 Algoritmos Genéticos

La idea principal de un algoritmo genético es realizar una búsqueda guiada basada en un conjunto inicial de posibles soluciones, que mejora con cada iteración del algoritmo. Estas iteraciones se denominan generaciones y normalmente la última generación contiene la mejor

solución o solución al problema de optimización. Cada posible solución a nuestro problema se llama individuo, y cada individuo codifica las variables independientes del problema de optimización (Gutiérrez, Tapia, & Álvaro, 2020). Es un método para encontrar una solución a problemas complejos, inicia con un conjunto de soluciones posibles que mejora a través de las generaciones, cada individuo representa una posible solución que se irá mejorando iterativamente.

8.3.3 Machine Learning

En los últimos años, el aprendizaje automático (ML) ha mejorado continuamente y la capacidad de desarrollar e implementar diversas aplicaciones para resolver problemas ha crecido exponencialmente, abarcando múltiples industrias. El aprendizaje automático no es auto programación, sino autoaprendizaje a partir de información y experiencia para realizar patrones y solucionar nuevas tareas. Esta forma de aprendizaje es una mezcla de tecnología, datos, conceptualización de análisis de datos y algoritmos para realizar nuevos patrones o predictivos (Manriquez, 2020). El Machine Learning es un proceso de auto aprendizaje en el que se desarrollan algoritmos y modelos implementando tecnologías y datos que los sistemas usan para resolver problemas.

8.4 Sistemas Predictivos

Los sistemas predictivos son una de las varias aplicaciones del machine learning. El mundo empresarial genera grandes volúmenes de datos llamados series temporales que esconden patrones que permiten predecir el comportamiento futuro con una precisión sin precedentes (Santillan, 2022). Estos sistemas son herramientas que nos permiten el análisis de datos históricos para visualizar patrones y realizar predicciones para las organizaciones.

8.5 Aplicaciones Web

El desarrollo de aplicaciones web ha crecido exponencialmente debido a la influencia de Internet como medio para transferir información y otros servicios al mundo. Con el desarrollo de las tecnologías de programación, la complejidad del desarrollo de aplicaciones web sigue aumentando y han surgido diversos problemas como el proceso de procesamiento de grandes

cantidades de información, cambios en las especificaciones del software, falta de comunicación y fallas de seguridad (Culque, Gavilanes, Tiban, & De la Torre, 2022). Las empresas con la necesidad de compartir información utilizan este software que se ejecuta en un navegador, con el aumento del uso del internet su desarrollo ha aumentado su complejidad para los desarrolladores por el incremento en los procesos de datos y todo tipo de fallas como seguridad y disponibilidad.

8.6 Lenguajes De Programación

El desarrollo de un lenguaje de programación no sólo implica la definición formal del mismo, sino también su implementación, entendiéndose como tal el desarrollo de compiladores o intérpretes que traduzcan automáticamente los programas escritos en el lenguaje de programación al código máquina de la CPU del ordenador (Martín, Urquía, & Rubio, 2021). Los lenguajes de programación son una forma en la que nos podemos comunicar con los ordenadores interpretando instrucciones, acciones consecutivas y códigos.

8.7 Lenguaje Python

Python es un lenguaje de programación muy popular, especialmente para computación científica, ciencia de datos e inteligencia artificial. Es un lenguaje de código abierto, que cuenta con una amplia librería estándar, miles de librerías de código abierto y muchas aplicaciones de código abierto. Asimismo, soporta algunos de los paradigmas de programación más populares, facilita la programación concurrente y se usa para el desarrollo web. Algunas aplicaciones desarrolladas en Python son Dropbox, YouTube y Reddit (Martín, Urquía, & Rubio, 2021). Python es el lenguaje de programación más utilizado para desarrollar aplicaciones web y, debido a que es de código abierto, se convierte en una de las mejores opciones para los desarrolladores.

8.7.1 Cuadro comparativo entre lenguajes de programación Python, Ruby y PHP

Tabla 3: Cuadro comparativo entre lenguajes de programación Python, Ruby y PHP

Característica	Python	Ruby	PHP
Popularidad	Alta en web, ciencia de datos, IA.	Popular en desarrollo web.	Muy popular en desarrollo web.
Sintaxis	Clara y legible.	Elegante y flexible.	Menos coherente.
Desarrollo Web	Con Django, Flask.	Con Ruby on Rails.	Con Laravel, Symfony.
Ecosistema	Amplio (PyPI)	Bueno, pero más limitado.	Amplio (Packagist).
Velocidad	Moderada, suficiente para la mayoría.	Similar a Python.	Puede ser más rápido en algunos casos.
Curva de Aprendizaje	Suave y accesible.	Suave, especialmente con Rails.	Moderada, especialmente en web.

Elaborado por: Las Investigadoras

Conclusión: Python destaca por su popularidad en múltiples campos, su sintaxis clara, su amplio ecosistema, y su fuerte comunidad. Aunque Ruby y PHP tienen sus fortalezas en desarrollo web, Python ofrece una mayor versatilidad y aplicabilidad en diversas áreas, haciéndolo la opción preferida.

8.8 Framework De Desarrollo

Un framework de desarrollo web consta de una funcionalidad desarrollada y probada implementada en un lenguaje de programación específico que permite a los desarrolladores crear fácil y rápidamente aplicaciones web y mantener y configurar el código generado, proporcionando así patrones de diseño. Código organizado y sin duplicaciones, porque con muchas características y especificaciones, los programadores pueden utilizar malas técnicas de programación que saturan el código generado y conducen al desarrollo. Están diseñados para prever estos problemas y garantizar la producción de aplicaciones de buena calidad (Hurtado, 2021). Los frameworks son esenciales para los desarrolladores ya que son estructuras

predefinidas que se utilizan para el desarrollo de softwares de manera eficiente, se pueden personalizar y construir utilizando las herramientas que contienen.

8.9 Django

Django es un framework de desarrollo web de alto nivel y de código abierto, que está escrito en el lenguaje de programación Python. Este framework se caracteriza porque permite construir aplicaciones de forma rápida, segura y con menos código (en comparación con otros frameworks). Además, cuenta con una comunidad de colaboradores muy grande a nivel mundial que se encarga de realizar las debidas actualizaciones tanto del framework como de su documentación de forma diaria (Hurtado, 2021). Django es un firmador que se puede utilizar para el desarrollo web, este framework posee varias características que se pueden visualizar en la Tabla 4, sus funcionalidades hacen que sea una opción segura al momento de iniciar con proyectos de desarrollo.

Tabla 4. *Características del Framework Django (Hurtado, 2021)*

Característica	Descripción
Compleitud	Django es un framework muy completo, que provee diseños consistentes para que los desarrolladores puedan realizar lo que requieren en sus proyectos.
Versatilidad	Permite construir casi cualquier tipo de sitio web, tales como sistemas manejadores de contenidos, wikis, desarrollo de redes sociales y nuevos sitios web.
Portabilidad	Debido a que está escrito en Python, este framework puede ejecutarse en muchas plataformas, como Windows, Linux y Mac.
Mantenibilidad	Está escrito usando principios y patrones de diseño que fomentan la creación de código mantenible y reutilizable.
Seguridad	Brinda mucha seguridad en el desarrollo, proporcionando una forma segura de administrar cuentas de usuarios y contraseñas.

Elaborado por: Las Investigadoras

8.9.1 Cuadro Comparativo Framework Django, Flask y Laravel

Tabla 5: Cuadro Comparativo Framework Django, Flask y Laravel

Característica	Django	Flask	Laravel
Lenguaje	Python	Python	PHP
Arquitectura	Full-stack, "baterías incluidas"	Micro-framework, necesita extensiones	Full-stack, "baterías incluidas"
Curva de Aprendizaje	Moderada, estructura clara	Suave, pero más configurable	Suave, con características robustas
Rendimiento	Bueno, aplicable para aplicaciones grandes	Excelente para aplicaciones ligeras	Bueno, para características avanzadas
Ecosistema	Amplio, muchas librerías y recursos	Bueno, pocos paquetes disponibles	Amplio, muchos paquetes disponibles
Documentación	Muy completa	Muy activa y extensa	Muy completa

Elaborado por: Las Investigadoras

Conclusión: Django ofrece una solución completa con su arquitectura integrada y una documentación exhaustiva, lo que facilita el desarrollo de aplicaciones web complejas y escalables. Aunque Flask es ideal para proyectos más simples y Laravel es potente en el ecosistema PHP, Django sobresale por su estructura robusta y sus funcionalidades integradas, haciéndolo la opción preferida en este comparativo.

8.10 Gestores De Bases De Datos

La tendencia actual en los sistemas de gestión de bases de datos es gestionar cualquier tipo de información y mejorar el tiempo de respuesta de las aplicaciones OLAP y OLTP. Sin embargo, no parece haber mucha ventaja en devolver el almacenamiento a un sistema de archivos que se distribuye en varios discos y se lee simultáneamente (en paralelo) con, por ejemplo, Hadoop o Amazon S3 (Del Pilar, 2021). Este software consta de programas realizados para crear, gestionar y administrar las bases de datos.

8.11 SQLite 3

SQLite, un sistema de gestión de bases de datos relacionales (DBMS) de enorme éxito, sirve como base de datos preferida para sistemas integrados. El alto rendimiento de SQLite en estos sistemas está impulsado por una serie de decisiones de diseño deliberadas, que en conjunto enfatizan compatibilidad de hardware y baja sobrecarga de software. Sin embargo, estos tienen un costo significativo: si bien SQLite funciona bien para cargas de trabajo centradas en transacciones en un entorno ligero, estas mismas optimizaciones impiden significativamente su consulta analítica actuación (Prammer, 2022).

SQLite3 utiliza muchas técnicas existentes de última generación para mejorar el rendimiento de las consultas analíticas, lo más notable es su uso de una capa de almacenamiento secundaria (Prammer, 2022). SQLite 3 proporciona una base de datos liviana que permite el acceso a la base de datos utilizando variantes de consultas SQL no estándar que se pueden usar para crear prototipos de aplicaciones y migrarlas a bases de datos más grandes como PostgreSQL.

8.11.1 Cuadro Comparativo Base de Datos SQLite 3, MySQL y PostgreSQL

Tabla 6: Cuadro Comparativo Base de Datos SQLite 3, MySQL y PostgreSQL

Característica	SQLite 3	MySQL	PostgreSQL
Tipo	Base de datos embebida	Cliente-servidor	Cliente-servidor
Configuración	No requiere instalación	Requiere instalación	Requiere instalación
Rendimiento	Excelente para aplicaciones pequeñas	Excelente para aplicaciones medianas	Excelente para aplicaciones grandes
Escalabilidad	Limitada	Escalable	Altamente escalable
Soporte de SQL	Básico	Completo	Completo
Concurrencia	Limitada	Buena	Buena
Portabilidad	Alta, archivo único	Menos portátil	Menos portátil

Elaborado por: Las Investigadoras

Conclusión: SQLite 3 es ideal por su simplicidad y portabilidad como base de datos embebida. Aunque MySQL y PostgreSQL son más escalables y adecuados para aplicaciones grandes, SQLite 3 ofrece una solución ligera y fácil de configurar, perfecta para aplicaciones pequeñas y proyectos de desarrollo.

8.12 Arquitecturas De Desarrollo Web

8.12.1 MVC (Modelo-Vista-Controlador)

Se trata de un modelo maduro que ha demostrado buenos resultados a lo largo de varios años al implementarse al proceso de desarrollo de diferentes tipos de aplicaciones, lenguajes y plataformas de desarrollo.

- El Modelo que contiene una representación de los datos que maneja el sistema, su lógica de negocio, y sus mecanismos de persistencia para el tratamiento de la información.
- La Vista, o interfaz de usuario prepara la información que se envía al cliente y los tres mecanismos de interacción con los usuarios.
- El Controlador actúa como intermediario entre el Modelo y la Vista, gestionando el flujo de información entre ellos y las transformaciones para adaptar los datos a las necesidades de cada uno (Christian & Villatoro, 2022).

8.12.2 SOA (Arquitectura orientada al servicio)

Se debe entender como un conjunto de componentes, conectores, limitadores de composición, contenedores y configuraciones, que se unen de cierta manera para resolver problemas de arquitectura de software, los cuales a su vez intentan resolver problemas complejos de la realidad. La arquitectura SOA separa los procesos de negocio de las funciones automatizadas y organiza estas últimas en módulos individuales catalogados en un diccionario de servicios que permiten su utilización por parte de toda la organización (Christian & Villatoro, 2022).

8.12.3 Microservicios

Es un estilo arquitectónico enfocado en desarrollar una aplicación mediante un conjunto de servicios, independientes, escalables, colaborativos, evolutivos, capaces de auto adaptarse a ecosistemas complejos (Mamani, Del Pino Rodríguez, & Gonzales Suarez, 2020).

8.12.4 Arquitectura MTV

Model (Modelo), la capa de acceso a la base de datos. Esta capa contiene toda la información sobre los datos: como acceder a estos, validarlos, cual es el comportamiento que tiene, y las relaciones entre los datos.

Template (Plantilla), la capa de representación. Esta capa contiene las decisiones relacionadas a la presentación: como algunas cosas son mostradas sobre una página web u otro tipo de documento.

View (Vista), la capa de la lógica de negocios. Esta capa contiene la lógica que accede al modelo y la delega a la plantilla apropiada: se puede pensar en esto como un puente entre el modelo y las plantillas (Anthony & García, 2019).

8.13 Herramientas de Desarrollo de Inteligencia Artificial en Python

Python es un lenguaje de programación muy versátil, que se ha convertido en uno de los lenguajes más populares para el desarrollo de aplicaciones de inteligencia artificial. Esto se debe a su amplia variedad de bibliotecas y marcos de trabajos especializados en IA. (Diego, Toapanta, Barona, & Bayas , 2023) Aquí se presentan las herramientas más populares y útiles:

- En Python es ampliamente utilizado en plataformas de desarrollo de Inteligencia Artificial como TensorFlow, Keras y PyTorch que ofrece una infraestructura completa para el desarrollo, entrenamiento y despliegue de modelos de IA en una variedad de aplicaciones.
- Python ha convertido en una opción popular para el desarrollo de aplicaciones web que utilizan IA y aprendizaje automático. Frameworks web como Flask y Django se integran fácilmente con bibliotecas de IA, lo que permite crear aplicaciones web inteligente.
- Cuenta con bibliotecas populares como Scikit-Learn, TensorFlow y PyTorch, que ofrecen herramientas y algoritmos para el desarrollo de modelos de aprendizaje automático y Deep learning. Estas bibliotecas simplifican la construcción, entrenamiento y evaluación de modelos de IA.
- Es útil para el procesamiento y análisis de datos previos al entrenamiento de modelos de IA. Pandas es una biblioteca ampliamente utilizada para la manipulación de datos tabulares, y Numpy es esencial para el procesamiento de matrices numéricas.

8.13.1 Sklearn

Scikit-Learn es una biblioteca de código abierto de propósito general para el análisis de datos escrito en Python. Se basa en otras bibliotecas de Python: NumPy, SciPy y matplotlib. Expone una amplia variedad de algoritmos de machine learning, tanto para aprendizaje como no supervisado, usando una interfaz consistente y permitiendo una fácil comparación de métodos para una aplicación en específico. Sus principales algoritmos realizan:

- Classification: Identifica a qué categoría pertenece un objeto.
- Regression: Predice un atributo de valor continuo asociado con un objeto.
- Clustering: Agrupación automática de objetos similares en conjuntos.
- Dimensionality reduction: Reduce el número de variables aleatorias a considerar.
- Model selection: Comparara, válida y elige parámetros y modelos.
- Preprocessing: Extrae y normaliza las características (Layme & Canaza , 2021).

8.14 Algoritmos de Predicción

Los algoritmos de predicción son herramientas fundamentales en el aprendizaje automático y se manejan para hacer estimaciones o predicciones sobre información futura. Existen diferentes tipos de algoritmos de los cuales se mencionan a continuación:

Aprendizaje supervisado: En este tipo de aprendizaje es necesario que el humano le enseñe a la computadora como efectuar una acción, para esto se necesita entrenar un algoritmo con un conjunto de datos que contenga las muestras de entrenamiento y también las respuestas esperadas, es decir, que las variables de entrada y las variables de salida sean conocidas.

Aprendizaje no supervisado: Mediante este método la computadora aprende a ejecutar una acción por sí misma ya que solo se tienen disponibles los datos de entrada más no las variables de salida, lo que se busca es modelar la distribución de los datos de entrada para aprender más sobre los mismos.

Aprendizaje por refuerzo: Se realizan entrenamientos por el método de prueba y error para tomar una decisión específica, así el sistema aprende de experiencias pasadas para mejorarse a sí mismo. El aprendizaje por refuerzo representa lo que se conoce comúnmente como inteligencia artificial por aprendizaje automático (Brusil Cruz, 2020).

8.15 Tensor Flow

TensorFlow es una librería de código libre para Machine Learning desarrollado por Google para satisfacer sus necesidades a partir de redes neuronales artificiales y, como tal, está basado en redes neuronales de aprendizaje profundo (Pérez Quirós, 2022). TensorFlow ha permitido facilitar la implementación de modelos en Machine Learning respecto a métodos históricos mejorando notablemente la obtención de los datos, como la generación de predicciones, entrenamiento de modelos y optimización de resultados futuros.

TensorFlow permite a los desarrolladores crear gráficos de flujo de datos, estructuras que describen cómo los datos se mueven a través de un gráfico. Cada nodo del gráfico representa una operación matemática y cada conexión o arista entre nodos es una matriz de datos multidimensional o tensor (Pérez Quirós, 2022).

Actualmente podemos decir que TensorFlow es una de las herramientas más populares y activamente mantenidas en el área de machine Learning, con una gran cantidad de contribuciones disponibles en GitHub.

8.16 Keras

Esta es en una librería de redes neuronales de alto nivel para Python enfocada mayoritariamente en la experimentación rápida y sencilla de las redes neuronales. Por este motivo, recientemente se ha convertido en una herramienta muy popular. Como está integrada con TensorFlow, Keras ofrece una amplia gama de herramientas usadas para desarrollar y entrenar modelos de aprendizaje automático (Baños, 2019).

Keras tiene un enfoque intuitivo y accesible para la creación de redes neuronales en Python. Nos ofrece facilidad para diseñar y entrenar modelos complejos. La integración fluida con TensorFlow nos permite simplificar los procesos de desarrollo, ampliando nuestra capacidad para explorar diferentes arquitecturas de redes neuronales con mayor profundidad y precisión.

8.17 Editor de Código

Los editores de código son herramientas esenciales para programadores y desarrolladores, utilizadas para la creación y modificación de código en el desarrollo de software, aplicaciones y otros aspectos del desarrollo web. El uso de un editor de código es fundamental para mejorar

la eficiencia y la calidad del trabajo. Estas herramientas no solo facilitan la escritura de código, sino que también proporcionan un entorno dedicado al desarrollo.

Una de las ventajas más destacadas de emplear un editor de código es su capacidad para incrementar la productividad. Funciones como el autocompletado, el resaltado de sintaxis y los snippets de código permiten escribir y modificar código de manera más rápida y eficiente que utilizando simplemente un procesador de texto convencional. (Microsoft, s.f.)

8.18 Visual Studio Code

Vscode, o Visual Studio Code, es un editor de código fuente gratuito y de código abierto desarrollado por Microsoft. Es uno de los más populares entre los desarrolladores debido a su capacidad para soportar múltiples lenguajes de programación y sistemas operativos, y a su amplia gama de extensiones, que permiten personalizar la experiencia de desarrollo (Gamarra, 2023).

Visual Studio mejora la eficiencia de desarrollo al proporcionar predicciones contextuales mientras escribimos código, además permite una personalización a través de diversas extensiones. Estas herramientas no solo facilitan la configuración del entorno según nuestras preferencias, sino que también optimizan el flujo de trabajo al proporcionar colores distintivos para la sintaxis, lo que mejora la legibilidad y la comprensión del código que desarrollo.

8.19 Servidores de Aplicaciones

Los servidores web son muy importantes en la distribución eficiente y segura de software. Además de alojar y ejecutar aplicaciones, estos servidores nos ofrecen una infraestructura robusta que facilita la escalabilidad y la disponibilidad de los servicios. Podemos encontrar una buena capacidad en algunos servidores para gestionar de manera eficaz las solicitudes de los usuarios, optimizando así el rendimiento y asegurando tiempos de respuesta rápidos.

Los servidores se encargan de atender y servir peticiones HTTP de recursos, que en su forma más simple acostumbra a ser documentos guardados en el sistema de archivos. Sin embargo, la otra función importante de un servidor web es la de actuar de mediador entre un cliente y un programa que procesa datos. Recibe una petición con algún argumento, la procesa y devuelve un resultado que el servidor web entrega al cliente. La interacción entre el servidor web y los

procesos que tiene asociados es otro aspecto que hay que considerar (Vilajosana Guillén Xavier, 2019).

La configuración personalizada de parámetros y la monitorización en tiempo real nos permite adaptar el entorno según las necesidades específicas de nuestro proyecto, mejorando la eficiencia operativa y asegurando un funcionamiento estable de las aplicaciones desplegadas.

8.20 Nginx

Nginx es un servidor web de alto rendimiento. Desde mayo de 2008, Nginx es el cuarto servidor web más popular y actualmente atiende a más de dos millones de sitios web.

- Servicio de archivos estáticos.
- Compatibilidad con SSL/TLS.
- Anfitriones virtuales.
- Proxy inverso.
- CGI rápido (Reese, 2018).

Su arquitectura asíncrona permite gestionar conexiones simultáneamente sin sacrificar el rendimiento, lo que la hace ideal para sitios web y aplicaciones con mucho tráfico que requieren una entrega rápida y confiable.

8.21 Metodologías de Desarrollo Ágil

El objetivo es delinear valores y principios que permitan al equipo desarrollar software rápidamente y responder a los cambios que puedan ocurrir a lo largo del proyecto. La planificación no debe ser rígida, sino flexible y abierta, y la capacidad de responder a los cambios a medida que ocurren determinará el éxito o el fracaso del proyecto (Blanco, 2019)

Tabla 7. *Ventajas y desventajas del desarrollo ágil*

Ventajas	Desventajas
Permiten una gestión flexible del cambio, fomentan el aprendizaje en equipo, el liderazgo estudiantil, el compromiso, la	Se destacan por la falta de conocimiento, manejo de la metodología o resistencia al cambio en el proceso de aprendizaje (Romero, 2019).

responsabilidad y la colaboración sobre la excelencia.	
--	--

Elaborado por: Las Investigadoras

8.22 Metodología Kanban

Kanban reduce los sistemas de información porque no es necesario preparar planes detallados para los departamentos de producción ni para cada proceso. Establecer y mantener relaciones de largo plazo con proveedores (Arango, 2018). Kanban promueve una gestión flexible y adaptable, permitiendo a las organizaciones adaptar rápidamente los procesos a los requisitos del mercado y mejorar la colaboración interna y externa.

Tabla 8. *Ventajas y desventajas de Kanban*

Ventajas	Desventajas
Proporciona información actualizada del proyecto.	Falta de reglas, lo que puede ser un problema para desarrolladores inexpertos.
Es fácil de implementar e integrar con otras metodologías.	Posibles cuellos de botella debido a la limitación del trabajo en progreso (Gaete, 2018).

Elaborado por: Las Investigadoras

8.23 Metodología Xp

Se destacan las prácticas, valores y el ciclo de vida que esta metodología propone, misma que se compone de seis fases: Exploración, Planeación, Diseño, Codificación, Pruebas y Muerte del Proyecto. La combinación de XP y Scrum ayuda mucho en el proceso de desarrollo de software al evitar la documentación completa y convertir al cliente en un miembro más del equipo (Carrasco, 2019). Promueve una estrecha colaboración entre desarrolladores y clientes, mejora la alineación del producto con las expectativas del usuario final y facilita la entrega rápida de software funcional de alta calidad (Sánchez, 2020).

8.24 Metodología Scrum

Los métodos ágiles hacen que el desarrollo de software sea más flexible y controlable. Scrum es un sistema que permite el desarrollo y mantenimiento de productos complejos al reducir los riesgos durante la finalización del proyecto a través de la colaboración (Kuz, 2018). Scrum proporciona un marco organizado y transparente que permite a los equipos adaptarse de manera flexible a los cambios del mercado y las necesidades de los clientes, asegurando la entrega continua de valor. Elementos de Scrum: Product Backlog, lista de necesidades del cliente; Sprint Backlog, Lista de tareas completadas durante el Sprint; Incremento, es una parte terminada y totalmente operativa (Manuel, 2012).

Tabla 9. *Comparativa de Metodologías*

Aspecto	SCRUM	KANBAN	XP (Extreme Programming)
Enfoque Principal	Se enfoca ágil de proyectos.	Se define el flujo de trabajo.	Desarrollo técnico ágil.
Roles	Roles definidos (Product Owner, Scrum Master, Equipo).	No roles específicos.	No roles específicos.
Entrega	Entregas incrementales al final de cada sprint.	Entrega continua según el flujo.	Entregas frecuentes con retroalimentación.
Flexibilidad	Cambios gestionados al final de cada sprint.	Alta flexibilidad en el flujo de trabajo.	Alta flexibilidad técnica.
Visualización	Tablero Scrum con backlog y tareas.	Tablero Kanban con columnas.	Pruebas automatizadas y programación en pareja.
Mejora Continua	Retrospectivas al final de cada sprint.	Revisión continua del flujo.	Revisión continua del proceso.

Elaborado por: Las Investigadoras

Conclusión: Por su enfoque en la gestión efectiva de proyectos y su estructura clara, SCRUM se destaca frente a KANBAN y XP. SCRUM proporciona una organización sólida y visibilidad constante del progreso mediante ciclos de trabajo definidos (sprints), roles específicos (Producto Owner, Scrum Master, Equipo de Desarrollo) y ceremonias regulares (planificación,

revisiones, retrospectivas). Esto asegura una comunicación efectiva, facilita la adaptación a cambios y permite una mejora continua sistemática. En contraste, KANBAN brinda flexibilidad sin una estructura establecida, mientras que XP se concentra en prácticas técnicas rigurosas sin una gestión organizativa clara. Por lo tanto, SCRUM puede ser más adecuado para equipos que requieren una estructura sólida y una gestión de cambios efectiva.

8.25 Laboratorio Clínico

La evolución de la capacidad de cómputo ha permitido que técnicas de Machine Learning (ML) se implementen en diversas áreas del conocimiento. Esta investigación aplicó técnicas supervisadas y no supervisadas de ML para extraer información biomédica y mejorar los resultados de laboratorio clínico. En una encuesta, se determinó que el 100% de los investigadores en laboratorio clínico utilizan solo técnicas estadísticas, y el 50% conoce el ML pero no sabe aplicarlo. Se aplicaron técnicas supervisadas en 272 registros de laboratorio para predecir la función renal y tiroidea. El algoritmo AdaBoost obtuvo una precisión del 97,1% en mujeres y del 98,7% en hombres para la función renal, y una precisión del 98,9% para la función tiroidea. Los resultados muestran que el ML puede mejorar el diagnóstico médico y los resultados en laboratorio clínico (Bonilla, s.f.).

A partir de la investigación realizada mediante el análisis en cuanto a los laboratorios clínicos aplicando sistemas de información, inteligencia artificial iniciamos definiendo que estos lugares cumplen un rol muy importante dentro de la medicina y son lugares de vital importancia con el paso de los años la innovación irá tomando estos lugares para la detección y prevención al realizar pruebas mediante investigación molecular, chips de laboratorio e incluso robots que permitan realizar el procesamiento de las muestras, esto permitirá obtener resultados de manera más rápida garantizando tratamientos adecuados.

8.26 Gestión Médica

Las decisiones predictivas desempeñan un papel fundamental en la comunicación entre los técnicos prehospitalarios y el servicio de emergencias del hospital, brindando apoyo en las instrucciones médicas en línea y coordinando la administración de emergencias. Las pruebas evidencian que los algoritmos de inteligencia artificial pueden predecir de manera precisa cuándo y bajo qué condiciones los pacientes deben ser trasladados a cuidados intensivos. En el ámbito médico, las decisiones se fundamentan en evidencia objetiva, investigación e

interpretación adecuada, teniendo en cuenta la relación riesgo-beneficio para el paciente (Joison B. M., 2021).

Partiendo de la investigación al referirse a la gestión médica se puede indicar que conlleva consigo varios términos entre ellos la que más resalta la toma de decisión ya que si un médico decide aplicar dentro de su gestión inteligencia artificial le beneficiaría en gran parte ya que optimizara su tiempo y a su vez le permitiría ampliar sus conocimientos pero conlleva una gran responsabilidad ya que estos pueden fallar por lo que el médico debería estar capacitado al 100% para que las gestiones le permitan trabajar en conjunto con las tecnologías.

8.27 Exámenes médicos

Los hallazgos del uso de la inteligencia artificial en la investigación médica han revelado una gran heterogeneidad en los factores y procesos fisiopatológicos que impulsan el desarrollo de la enfermedad, lo que apunta a la necesidad de adaptar o "personalizar" la medicina en función de las características matizadas y a menudo únicas de los pacientes. El objetivo de los servicios sanitarios del futuro es proporcionar a las personas una imagen completa de los múltiples factores que afectan a su salud. Las recomendaciones de medicina personalizada integran muchos puntos de datos biológicos, incluidas mediciones moleculares, celulares y fenotípicas, así como secuencias genómicas individuales, para definir mejor la salud o el bienestar de cada individuo, predecir las transiciones de enfermedades y guiar las intervenciones médicas. (Rocio B. Ruiz, 2022)

Los sistemas de información, como la IA aplicados dentro de los exámenes médicos beneficiarían en gran parte dado a que brindaría una información más rápida en cuanto a la prevención y detección de enfermedades que se encuentran en etapa de inicio, además de evitar enfermedades, la combinación de los conocimientos de un profesional en esta área en conjunto con las nuevas tecnologías mejoraría en gran parte el ámbito de la medicina.

8.28 Predicción de Enfermedades

A medida que avanza la tecnología, han surgido varios procedimientos y herramientas nuevas que se han convertido en un punto central de la medicina donde se pueden predecir o detectar enfermedades en sus primeras etapas, haciendo que el tratamiento sea menos complicado y brindando a los pacientes el mejor tratamiento posible.

El cáncer ocurre cuando las células se sobren producen y forman tumores debido a una falla en las señales de control. La tecnología de imágenes térmicas utiliza extracción de características y aprendizaje automático para detectar células cancerosas sin contacto físico. Se ha demostrado que este método es eficaz y no invasivo.

El uso del aprendizaje automático en medicina está creciendo exponencialmente, especialmente en el diagnóstico y el descubrimiento de fármacos. Según Accenture, las aplicaciones de IA en la atención sanitaria podrían ahorrar 150.000 millones de dólares al año (Escalera, 2023).

Partiendo de un análisis de la investigación realizada los sistemas de información en la actualidad cumplen un rol muy importante y si nos enfocamos en el ámbito de la medicina aún más ,en diferentes países ya la misma tiene una relación muy amplia en cuanto a la aplicación de las nuevas tecnologías y muchas de ellas han brindado resultados muy satisfactorios ,pero hay que tomar en cuenta que estas pueden fallar por lo que es necesario que para aplicarlas se debe realizar una inversión muy alta y a su vez se debe contar con capacitaciones tanto a los profesionales como a los pacientes .

8.29 Tipos de Predicciones

Los tipos de predicciones implica desarrollar un modelo a partir de un conjunto de datos, a menudo llamado conjunto de entrenamiento o conjunto de casos, que contiene un conjunto de registros que incluye las variables independientes o explicativas y la variable o dependiente predicha.

El segundo paso, técnicamente llamado validación, intenta probar y cuantificar el ajuste de un modelo construido sobre un conjunto de registros (llamado conjunto de prueba) que normalmente es diferente del conjunto de entrenamiento o de las instancias (Pineda, 2019).

- **Regresión lineal:** Predice valores numéricos continuos basados en una relación lineal entre variables.
- **Regresión logística:** análisis de clasificación utilizado para predecir el resultado.
- **Árboles de decisión:** utilice modelos para exportar reglas de decisión basadas en datos para predecir resultados.

- **Redes neuronales artificiales:** modelos inspirados en el cerebro humano que pueden utilizarse para crear y reconocer patrones complejos. K-Vecinos más cercanos (K-NN): clasifica los datos según la proximidad a puntos de datos previamente conocidos.
- **Análisis de Componentes Principales (PCA):** Reduzca la cantidad de datos para simplificar las predicciones. Análisis de sentimientos: evaluación y clasificación de sentimientos en el texto.
- **Serie temporal:** previsión de valores futuros basados en datos del historial temporal.

Las predicciones construyen modelos predictivos en la medicina en la cual implican varias fases en este caso hemos tomado en cuenta dos donde menciona que este proceso no se puede realizar en humanos asiendo que los otros tipos sean importantes según su caso.

8.30 Código CIE De Enfermedades

Es importante utilizar códigos internacionales de enfermedades (IDC) en el campo médico para codificar diagnósticos y facilitar la facturación. Cabe mencionar que la CIE es una clasificación de códigos alfanuméricos que describen enfermedades, signos, síntomas y causas externas de trastornos o enfermedades (Socasi, 2019).

Podemos asegurar en base a lo investigado que los médicos utilizan el sistema para registrar diagnósticos y recibir apoyo del Ministerio de Salud mediante software con paquetes de códigos ICD-10 donde hace que estos códigos son esenciales para calcular facturas médicas y hacer presupuestos.

8.31 Tipos de Investigación

La investigación participativa tiene dos características que la distinguen de la investigación pura. Por un lado, los propios sujetos son los agentes de la investigación, ya que cooperan significativamente en su diseño, implementación y evaluación y, por supuesto, en la posterior utilización de los resultados para desarrollar intervenciones adecuadas (Castro Maldonado, 2023).

En general, existen cuatro tipos de investigación: la básica, la aplicada, la participante y la documental a continuación se presentan algunas tipologías adicionales:

- Investigación exploratoria: busca comprender eventos, generando ideas y conocimientos mediante la observación y formulación de problemas.

- Investigación descriptiva: la descripción precisa y sistemática de las características de un grupo o fenómeno, la recopilación y análisis de datos para explicar las observaciones.
- Investigación explicativa: profundizar la comprensión de un tema, establecer relaciones causales y establecer relaciones entre variables para proporcionar explicaciones detalladas.
- Estudios correlacionales: el estudio de las relaciones entre dos o más variables sin hacer inferencias sobre causa y efecto y determinar la dirección y naturaleza de estas asociaciones.
- Investigación experimental: Determinar relaciones de causa y efecto en un entorno de control.
- Investigación aplicada: utilizar el conocimiento científico para analizar y resolver problemas prácticos y centrarse en resultados viables y soluciones concretas.
- Investigación básica: busca ampliar los conocimientos básicos sin aplicación práctica inmediata, desarrolla teorías y leyes generales a través de la investigación pura.

Según lo analizado se puede definir que con esto se logra garantizar la calidad de la información, aplicando conocimiento buscando la resolución de problemas he involucrado a los sujetos en el proceso de recolección de datos.

8.32 Investigación Bibliográfica, de Campo, Aplicada

- La investigación bibliográfica se centra en la investigación exhaustiva de fuentes bibliográficas relevantes para explorar y sintetizar conocimientos teóricos y prácticos previos sobre algoritmos de inteligencia artificial y avances en medicina.
- La investigación de campo implica la interacción directa con la tecnología de inteligencia artificial y la práctica médica del mundo real, validando la teoría e identificando desafíos y oportunidades prácticas.
- La investigación aplicada se centra en la inteligencia artificial y soluciones prácticas a problemas médicos específicos, creando tecnologías avanzadas para mejorar el diagnóstico, la atención personalizada y la eficiencia operativa en entornos clínicos. Estos métodos tienen como objetivo transformar el conocimiento teórico en soluciones que beneficien a la sociedad y contribuyan a avances significativos en la ciencia y la práctica médica (Ocampo, 2019).

En lo que se refiere a trabajos de investigación se han logrado dividir en varias formas donde buscan un mismo propósito en la que ayude a ampliar los conocimientos y da respuestas a problemas donde lo importante es la recopilación de información.

8.33 Métodos de Investigación

Los métodos de investigación se dividen en varias categorías básicas que guían el proceso de adquisición de conocimientos y prueba de teorías en cada disciplina (Urréa, 2022). Estos métodos incluye:

- Investigación cuantitativa: utilizar datos numéricos y métodos estadísticos para analizar fenómenos e identificar patrones y relaciones causales. Se centra en la objetividad y generalización de los resultados de la muestra representativa.
- Investigación cualitativa: uso de datos no digitales (como entrevistas, observaciones y documentos) para comprender el significado, la interpretación y el contexto social. Dar preferencia a la profundidad y comprensión del fenómeno en estudio.
- Investigación híbrida: Combina elementos de investigación cuantitativa y cualitativa, integrando la recopilación y análisis de datos numéricos y experiencia subjetiva para lograr una comprensión más completa y equilibrada de un problema o fenómeno.
- Investigación experimental: el uso de manipulaciones controladas de variables independientes para evaluar los efectos sobre las variables dependientes intenta establecer relaciones de causa y efecto en condiciones controladas.
- Investigación acción: involucra a los participantes de la investigación en el diseño e implementación de intervenciones que apuntan a resolver problemas del mundo real y mejorar situaciones específicas en su contexto.

En cuanto a los métodos se han dividido en diversas formas la cual cada uno tienen como objetivo cumplir una finalidad en cada investigación, comúnmente se utilizan datos numéricos para analizar fenómenos y determinar eventos causales centrándose en la comprensión del contexto tanto como para evaluar efectos.

8.34 Enfoque Cualitativo

Al hablar de enfoque cualitativo se dedica a comprender el entorno tomando en cuenta la realidad de manera holística y contextual, lo que dedica a método científico que se basa a

general conclusiones de percepciones, experiencias y comportamientos, con las técnicas y medios que usualmente no se pueden medir con valores numéricos como tal, al contrario se busca sacar un análisis de los datos recolectados para refutar lo que se busca llegar (Vega Malagón, y otros, 2019).

Al tomar como base una reseña con un enfoque cualitativo, se pueden obtener resultados que se determinan por la profundidad y la perspectiva que este enfoque proporciona al tema en cuestión. Dado que los aspectos cualitativos no se pueden calcular o medir de forma numérica, el análisis se centra en la interpretación y comprensión de los datos recopilados, tales como entrevistas, observaciones, y documentos. Este tipo de análisis es crucial para desentrañar las complejidades y matices del tema tratado, aportando una visión integral y detallada.

8.35 Enfoque Cuantitativo

El enfoque cuantitativo a diferencia de enfoque cualitativo, en este su principal característica está en función de la número y valores medibles, concibiendo a través de la observación con procesos que permitan la correcta evaluación para que se establezca resultados con la mayor exactitud a resolver dichos cuestionamientos, permitiendo definir hipótesis basados esos resultados, determinando que el proceso de halla hecho de manera sistemática y coherente. (Nizama Valladolid & Nizama Chávez, 2020).

El uso de esta herramienta de es indispensable si se piensa obtener datos que se puedan cuantiar, permitiendo resultados enriquecedores a la investigación o proyecto llevado a cabo, obteniendo datos que facilitan sustentar la interpretación del mismo. Este proceso no solo ayuda a validar las hipótesis planteadas, sino que también proporciona una base sólida para la comparación y el análisis estadístico.

8.36 Entrevista

La entrevista reconoce como principal función la toma y recolección de datos de manera detallada de manera verbal que se genera de las interrogantes planteadas por el entrevistador a través de un cuestionario, que se propone para discernir las dudas de la temática que ha sido detalla, para consultar al entrevistado quien lo va a responder basado en su opinión propia y experiencias, que posee al desenvolverse contestándolas. Esperando que el o los individuos

contesten a todas las preguntas, para concluir con los datos encontrados para ser procesados (Feria Avila, González, & Mantecón Licea, 2020).

Dentro de la entrevista, se pueden acoplar cuestionamientos necesarios para discernir sobre diversas temáticas que, cuando están bien enfocadas, encuentran la forma de concretar valores que aportan información de vital importancia para la investigación. Estos cuestionamientos deben ser cuidadosamente diseñados para explorar en profundidad las percepciones, experiencias y opiniones de los entrevistados, lo que permite obtener una comprensión integral y detallada del tema en estudio.

8.37 Encuesta

La encuesta es una cadena de elaboración de preguntas asociadas a un tema central pensada como instrumento científico, de tal forma que satisfaga la necesidad del investigador de tomar datos cuantitativos con preguntas que se puedan contrastar y verificar la idea ratificando lo que busca el investigador sustentar con una calidad y fiabilidad de datos. Además de tener una buena redacción en las preguntas es importante conciliar una buena relación con el entrevistado esperando obtener óptimos datos y concisos (López Roldán & Fachelli, 2021).

Al integrar una herramienta de gran impacto como una encuesta, que en sí misma presenta un valor significativo, se puede hacer una elección poderosa y efectiva para la recolección de datos. Una encuesta bien diseñada y puntualmente elaborada tiene el potencial de captar una amplia gama de información relevante que puede ser crucial para la investigación o el proyecto en cuestión.

8.38 Cuestionario

Es considerado un instrumento de documentación de investigación mayormente cuantitativo que sea medible y manejable numéricamente, para la obtención de datos que incluyen ítems que faciliten y delimiten datos a conseguir, buscando que a quien va dirigido se mantenga en esos márgenes propuestos para obtener una información específica y relativamente más sencillo de montar en un cálculo estadístico que nos propondrá la evaluación de las respuestas (Vega Malagón, y otros, 2019).

En la elaboración de un cuestionario, uno de los objetivos fundamentales es ser conciso y claro para obtener información precisa y relevante sobre los temas que se relacionan directamente

con el objeto de investigación. Es esencial formular preguntas que estén cuidadosamente diseñadas para capturar datos específicos y útiles que faciliten un análisis riguroso y detallado.

8.39 Lista de Cotejo

Llamada así también como lista de verificación, como su nombre lo indica puede ser aplicada tanto como un recurso cualitativo como uno cuantitativo, pero en cualquier caso busca ser de apoyo como una herramienta de un importante uso, dirigido con objetividad se puede usar en una auditoria, como subsecuente se puede dar en muchos escenarios porque es manejable en ámbitos educativos que se acoplen a las necesidades expuestas con planificación y antelación (Sierra Gonzalez, Sosa Ramírez, González Garibay, & González Garibay, 2020).

Al contar con una lista de cotejo para administrar las actividades que se requieren ejecutar para cumplir con las metas, se facilita la organización y el seguimiento del progreso hacia los objetivos establecidos. Esta herramienta permite asegurar que todas las tareas necesarias se lleven a cabo de manera eficiente y efectiva, alineándose con los criterios del tema y sustentando ideas y metas de manera coherente y estructurada.

8.40 Historias de Usuario

Las historias de usuario son una herramienta metodológica que nos permite la obtención de solicitudes o necesidades que requiere el usuario para su correcta implementación de los mismos pudiendo cubrir ciertas falencias o faltantes, que estudiando y analizando su viabilidad al momento de sus asignación y culminación, dando como resultado un sistema o software capaz de compensar lo antes mencionado con el usuario final, disminuyendo el fracaso entre ensayo y error previamente perfeccionado con todo el proceso que tiene el mismo (Vera Rivera, Barbosa Mora, & Gaona Cuevas, 2020).

Al considerar las historias de usuario como un aspecto crucial, es importante reconocer que se centran en objetivos específicos y concretos. Estas historias son herramientas utilizadas en el desarrollo ágil de software para capturar requisitos desde la perspectiva del usuario final. Su principal objetivo es describir una funcionalidad o característica deseada desde el punto de vista del usuario, de manera que sea comprensible y verificable.

8.41 Product Backlog

El Product Backlog nos ayuda con el orden jerárquico priorizando el desarrollo desde los ítems que se consideran más importante a dar comienzo, para que al culminar se dé como resultado un producto en este caso un software que satisfaga por inicio los requerimientos del usuario este puede ser tanto de funcionamiento como de interfaz que son los más comunes que se pueden especificar al momento de estar en pleno desarrollo, ahorrándonos tiempo y demás recursos que se ven afectados si no se toma en cuenta esta herramienta (Vera Rivera, Barbosa Mora, & Gaona Cuevas, 2020).

Cuando se recolectaron ya varios datos que permitan organizar varios parámetros como para una óptima elaboración de un Producto Backlog, donde se puede colocar en orden de tareas de las más importantes a solucionar. Este proceso implica priorizar y ordenar las tareas según su importancia y necesidad de resolución, contando con el esfuerzo a cumplir de acuerdo a las necesidades del usuario final.

8.42 Despliegue de Aplicaciones Web con Django

Implementar una aplicación web con Django implica mover la aplicación web desde un entorno de desarrollo a un entorno de producción donde los usuarios finales puedan acceder a ella. Este proceso consta de varios pasos, desde la configuración del servidor hasta la gestión de la base de datos y la implementación de medidas de seguridad (Feldroy & Feldroy, 2021).

Después de desarrollar los pasos previos de manera colaborativa y siguiendo una estructura concreta, se buscaron soluciones exhaustivas para abordar la mayoría de las problemáticas y requerimientos del usuario. Esto permitirá realizar pruebas en tiempo real para evaluar posibles falencias o errores, los cuales podrán corregirse. Este proceso es crucial para asegurar que el sistema avance hacia la funcionalidad esperada.

9 HIPÓTESIS

"La implementación de un sistema predictivo de enfermedades mediante el análisis de exámenes médicos con inteligencia artificial mejorará significativamente la precisión en el diagnóstico de pacientes del Laboratorio Salud Familiar"

9.1 Variable dependiente

- Precisión del diagnóstico de enfermedades

9.2 Variable independiente

- Implementación de sistema de predicción de enfermedades mediante inteligencia artificial.

10 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Esta sección analizará el proceso de implementación de un sistema de predicción de enfermedades utilizando inteligencia artificial en el Laboratorio de Salud Familiar del cantón La Maná. Este enfoque se centra en el desarrollo de sistemas basados en el análisis integral de estudios médicos para mejorar la precisión diagnóstica. Se adoptará la metodología Agile SCRUM para garantizar un desarrollo iterativo y eficiente mientras se utilizan herramientas técnicas avanzadas como Python, Django, SQLite3 y Scikit-learn. Este enfoque permitirá una evaluación sistemática y rigurosa de la eficacia de los sistemas predictivos en términos de precisión diagnóstica, proporcionando resultados fiables y contribuyendo a una mejora significativa de la calidad de la atención.

10.1 Tipos de Investigación

10.1.1 Investigación Bibliográfica – Documental

La investigación de la literatura bibliográfica es esencial para el proyecto ya que proporciona una base teórica sólida al revisar investigaciones previas y métodos avanzados en el campo de la inteligencia artificial y el análisis de datos médicos. Permite identificar buenas prácticas y tendencias actuales, elegir las herramientas y tecnologías más adecuadas y validar métodos de desarrollo como SCRUM. Además, optimiza el proceso de desarrollo del sistema de previsión basándose en el conocimiento existente para evitar la duplicación de esfuerzos. En general, este estudio garantiza que el sistema se base en pruebas documentadas, aumente su eficiencia y contribuya significativamente al desarrollo del diagnóstico médico.

10.1.2 Investigación de Campo

La investigación de campo es crucial para este proyecto dado a que permite validar el sistema predictivo en el entorno real de dicho laboratorio, adaptando el sistema a las necesidades y prácticas locales específicas. Facilita la recolección de datos médicos auténticos para entrenar los algoritmos de inteligencia artificial, asegurando que el sistema sea preciso y efectivo. Además, permite evaluar el impacto práctico del sistema en la eficiencia del laboratorio y la calidad de la atención médica, proporcionando retroalimentación directa del personal médico y pacientes para realizar ajustes y mejoras continuas. En conjunto, la investigación de campo garantiza que el sistema predictivo sea relevante, adaptado a las condiciones reales y maximice su impacto positivo en la práctica clínica.

10.2 Métodos de Investigación

Elegir métodos de investigación apropiados es esencial para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados del proyecto. Los métodos de investigación cuidadosamente seleccionados pueden proporcionar una estructura clara para la recopilación y el análisis de datos, facilitando la adquisición de información precisa y relevante. Además, alinea los métodos de investigación con los objetivos del proyecto. El uso de métodos de investigación establecidos también ayuda a identificar posibles sesgos y errores, contribuyendo a la objetividad y coherencia de los resultados de la investigación. A la hora de desarrollar sistemas de predicción de enfermedades, una metodología rigurosa y adecuada asegura una evaluación sistemática del sistema y que los resultados obtenidos ayuden a mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia en la atención sanitaria.

10.2.1 Método Hipotético - Deductivo

El enfoque hipotético-deductivo proporciona un enfoque estructurado para la validación de teorías mediante la formulación y prueba de hipótesis. Esto permite el desarrollo y la evaluación de sistemas de predicción de enfermedades basados en inteligencia artificial y teorías de diagnóstico médico existentes, garantizando que el sistema sea científicamente riguroso y adaptable a los laboratorios de salud domiciliarios. Al formular hipótesis sobre cómo el sistema puede mejorar la precisión del diagnóstico y probar estas hipótesis mediante la recopilación y el análisis de datos empíricos, este enfoque proporciona una evaluación objetiva y continua del

sistema, lo que permite realizar ajustes basados en evidencia concreta y decisiones tomadas para optimizar el sistema hizo una contribución significativa.

10.3 Técnicas de investigación

10.3.1 Entrevista

La aplicación de la técnica de investigación de entrevistas ha sido esencial para obtener información directa y detallada del propietario del Laboratorio Salud Familiar. A través de preguntas estructuradas, se logró identificar los requerimientos específicos para el desarrollo del software predictivo de enfermedades. Este enfoque cualitativo permite captar las necesidades y expectativas del laboratorio de manera precisa, asegurando que el sistema desarrollado esté alineado con las realidades y objetivos del entorno clínico. Las entrevistas ofrecen una comprensión profunda de los desafíos y requisitos específicos, lo cual es crucial para diseñar un sistema que responda efectivamente a las demandas del usuario final.

10.3.2 Encuestas

El uso de métodos de investigación mediante entrevistas es esencial para obtener información directa y detallada de los propietarios de laboratorios de atención médica domiciliaria. Utilizando preguntas estructuradas, se pueden identificar requisitos específicos para el desarrollo de software de predicción de enfermedades. Este enfoque cualitativo refleja con precisión las necesidades y expectativas del laboratorio y garantiza que el sistema desarrollado cumpla con las realidades y objetivos del entorno clínico. Las entrevistas brindan información sobre los desafíos y requisitos específicos que son esenciales para desarrollar sistemas que respondan eficazmente a las necesidades del usuario final.

10.4 Población y Muestra

10.4.1 Población

Población se refiere al número de personas que participan en el estudio, así como al número de personas a quienes se les aplica el instrumento de investigación (Encuesta).

Tabla 10: Población a Investigar

Descripción	Personal
Ciudadanía Activa económicamente del cantón la Maná	43 999
Total	43 999

Fuente: (INEC, 2023)

10.4.2 Tamaño de la muestra

Para calcular la muestra para este estudio, se utilizó un muestreo aleatorio para obtener las muestras necesarias para lograr la precisión del parámetro de estimación de interés utilizando la siguiente fórmula:

$$m = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N-1) + Z^2 \sigma^2} \quad (1)$$

Datos:

n= Valor resultante de la muestra obtenida

N= Población total (43.999)

Z= Nivel de Confianza (1.96 para un nivel de confianza del 95%)

e= Error de Muestral (0.10)

σ = Desviación Estándar (0.5)

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)^2(43\ 999)}{(0.10)^2(43\ 999-1)+(3.84)(0.25)} \quad (2)$$

$$n = \frac{42,303.96}{439.98+0.9604} \quad (3)$$

$$n = \frac{42\ 239.04}{440.94} \quad (4)$$

$$n = 95.79 \quad (5)$$

$$n = 96 \quad (6)$$

Sobre la base de cálculos utilizando una fórmula de muestreo, se determinó que era necesario encuestar a 96 personas, incluidos el personal y los pacientes de los laboratorios de atención médica domiciliaria, de la población económicamente activa de 43.999 del estado de La Maná. De igual modo para evidenciar que el cálculo este ejecutado de la mejor manera se optó por utilizar la calculadora Datum la cual permite el cálculo d la muestra a continuación se puede visualizar:

Figura 1: Tamaño de la Muestra

Tamaño de muestra

Margen de error permitido (e): %

Tamaño de población (N):

Calcular

96

personas

Si no conoce el tamaño de la población o es mayor a 100,000 unidades, se recomienda dejar el casillero en blanco. Nivel de confianza de 95% y probabilidad de éxito-fracaso (p y q) de 50% para ambos casos.

Fuente: (Datum Internacional , 2024)

11 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

11.1 Resultados de la Encuesta

Se utilizó una escala de Likert del 1 (totalmente en desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo) para recopilar información dentro de la muestra calculada de 96 personas en los residentes del Cantón La Maná. Los resultados obtenidos de las preguntas más importantes se muestran en la tabla 11, de igual modo se puede visualizar todas las preguntas y con su respectivo análisis (Ver anexo 5):

Tabla 11: Preguntas con mayor aceptación

Preguntas	Análisis
<p>Pregunta 1. Estaría dispuesto a compartir sus datos médicos para ayudar en el desarrollo de un sistema predictivo de enfermedades.</p>	<p>La mayoría de los encuestados (68) están de acuerdo o completamente de acuerdo con la transferencia de sus datos médicos para la creación de un sistema predictivo. Sin embargo, una gran cantidad de personas, están en desacuerdo o neutral (23), lo que indica que algunas personas tienen reservas sobre compartir sus datos médicos.</p>
<p>Pregunta 2. Cree que un sistema predictivo de enfermedades podría mejorar la calidad de</p>	<p>La mayoría de las personas (79) piensan que un sistema predictivo puede mejorar la calidad de la atención médica. Solo una</p>

la atención medica que recibe en los laboratorios médicos.	pequeña fracción (7) expresa neutralidad o desacuerdo. Esto demuestra una gran confianza en la capacidad de estos sistemas para mejorar la atención médica.
Pregunta 3. Considera que la inteligencia artificial puede ser precisa en la predicción de enfermedades.	Un gran numero de personas (60) creen en la predicación de la inteligencia artificial en la predicción de enfermedades, aunque también hay muchos (36) que están en desacuerdo o neutrales. Esto demuestra cierta duda sobre la capacidad predictiva de la IA.

Elaborado por: Las investigadoras

Se realiza un proceso de análisis estadístico con Python y matplotlib para crear gráficas de barras que muestren los criterios que cada encuestado ha declarado las cuales se pueden apreciar en la tabla anterior. El código creado en Python para crear las visualizaciones utiliza gráficas de barras que muestran los datos recopilados a través de la encuesta, se muestra en la figura 2. Se colocaron etiquetas con el número de individuos y el porcentaje correspondiente para facilitar su interpretación

Figura 2: Código Python generado para la visualización de datos de la encuesta

```

+ Código + Texto
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 # Datos de las preguntas
4 preguntas = [
5     "Dispuesto a compartir datos médicos",
6     "Mejorar calidad de atención médica",
7     "Confianza en precisión de IA",
8     "Comodidad con acceso a datos médicos",
9     "Tranquilidad por monitoreo constante",
10    "Detección temprana de enfermedades",
11    "Dispuesto a seguir recomendaciones de IA"
12 ]
13
14 resultados = [
15     [5, 8, 15, 38, 30], # Pregunta 1
16     [2, 5, 10, 40, 39], # Pregunta 2
17     [6, 10, 20, 35, 25], # Pregunta 3
18     [8, 15, 25, 30, 18], # Pregunta 4
19     [3, 6, 15, 40, 32], # Pregunta 5
20     [1, 3, 12, 45, 35], # Pregunta 6
21     [4, 7, 18, 37, 30] # Pregunta 7
22 ]
23
24 etiquetas = ["Totalmente en Desacuerdo", "En Desacuerdo", "Neutral", "De Acuerdo", "Totalmente de Acuerdo"]
25
26 # Función para crear gráficos de barras con etiquetas y porcentajes
27 def graficar_pregunta(pregunta_num, resultados):
28     plt.figure(figsize=(10, 6))
29     datos = resultados[pregunta_num-1]
30     total_respuestas = sum(datos)
31     porcentajes = [f'{{(num/total_respuestas)*100:.1f}}%' for num in datos]
32
33     bars = plt.bar(etiquetas, datos, color=['red', 'orange', 'yellow', 'lightgreen', 'green'])
34     plt.xlabel('Respuestas')
35     plt.ylabel('Número de Personas')
36     plt.title(f'Resultados de la Pregunta {pregunta_num}: {preguntas[pregunta_num-1]}')
37
38     # Añadir etiquetas y porcentajes arriba de las barras
39     for bar, porcentaje, num in zip(bars, porcentajes, datos):
40         plt.text(bar.get_x() + bar.get_width() / 2, bar.get_height(), f'{{num}}\n({porcentaje})',
41                ha='center', va='bottom', color='black', fontsize=12)
42
43     plt.ylim(0, max(datos) + 10)
44     plt.show()
45

```

Elaborado por: Las Investigadoras

11.2 Resultado de la Entrevista

De acuerdo con los criterios del Doctor y Laboratorista de la clínica se puede establecer que la inteligencia artificial tiene un enorme potencial para revolucionar la medicina al identificar patrones y correlaciones que pueden no ser evidentes para los humanos. Esto facilita diagnósticos más precisos y rápidos. Un sistema predictivo de enfermedades resultaría beneficioso al permitir la detección temprana de enfermedades, con el fin de realizar tratamientos efectivos y mejorar los resultados de salud de los pacientes. En especialidades como la cardiología, exámenes como el electrocardiograma, ecocardiogramas y análisis de sangre para marcadores cardíacos son vitales, mientras que en oncología, se utilizan tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y biopsias. Para mejorar la precisión de las predicciones, es fundamental considerar datos adicionales como antecedentes familiares, historial médico completo y factores del estilo de vida, incluyendo dieta, ejercicio y hábitos de sueño. La precisión aceptable para estos sistemas debe ser alta para evitar falsos positivos y negativos, asegurando la confianza en los resultados. La información médica debe estar

protegida mediante estrictos protocolos de seguridad para mantener la privacidad del paciente. El sistema debe integrarse de manera fluida en el flujo de trabajo médico, siendo accesible y compatible con los sistemas de registro médico electrónico existentes. La formación del personal médico es esencial, con una capacitación inicial intensiva y actualizaciones periódicas. La implementación de este sistema podría mejorar la atención preventiva, permitiendo intervenciones tempranas y reduciendo la ansiedad del paciente con diagnósticos más rápidos y precisos. Sin embargo, es importante no depender exclusivamente del sistema y mantener la valoración clínica personal como parte integral del proceso de diagnóstico. (Ver anexo 8).

11.3 Validación de la Hipótesis

La prueba de Chi Cuadrado se utiliza para validar la hipótesis "La implementación de un sistema predictivo de enfermedades mediante el análisis de exámenes médicos con inteligencia artificial mejorará significativamente la precisión en el diagnóstico de pacientes del Laboratorio Salud Familiar". Se crea una tabla de contingencia con los datos de la encuesta. La implementación del sistema predictivo no hace que la percepción de mejora de la precisión diagnóstica sea significativamente diferente, según la hipótesis nula (H0). Hay una diferencia significativa, según la hipótesis alternativa (H1). La pregunta no es la pregunta relevante para la validación. Cree que la calidad de la atención medica podría mejorar mediante un sistema predictivo de enfermedades, cuya tabla de contingencia se muestra a continuación:

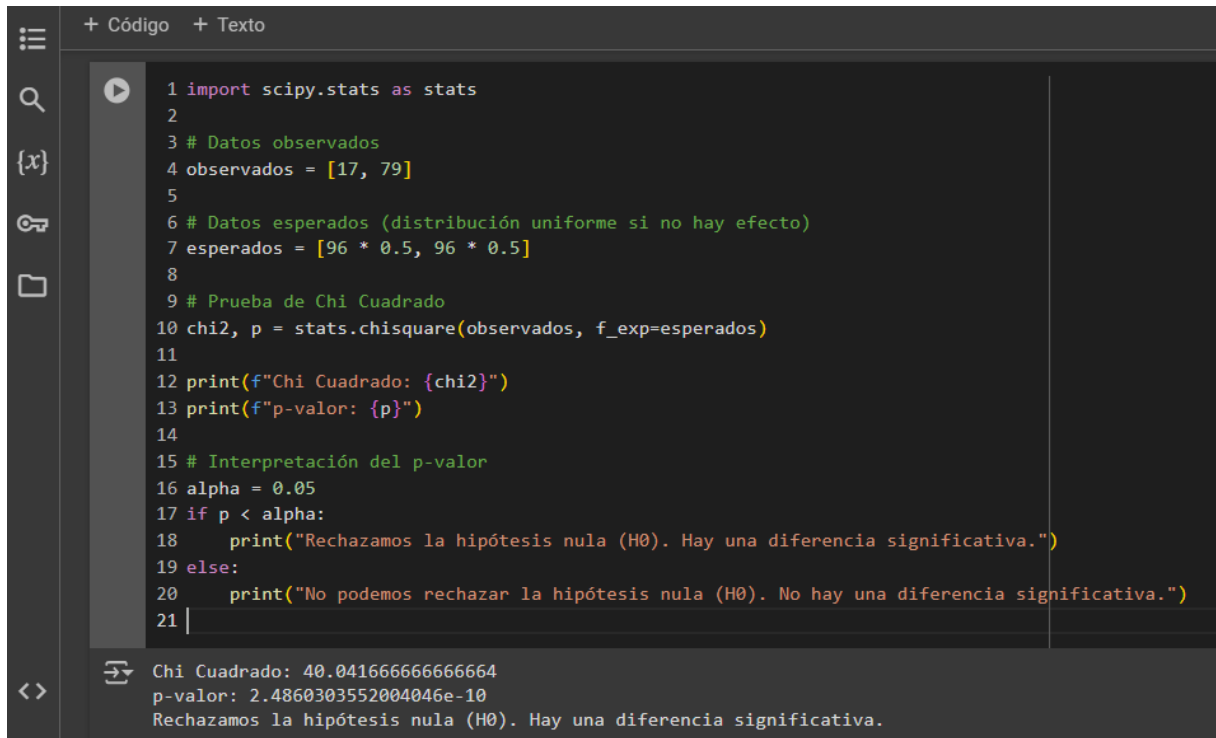
Tabla 12: *Resultados de la Encuesta*

Respuesta	Frecuencia
No Favorables	17
Favorables	79
Total	96

Elaborado por: Las Investigadoras

Con los datos anteriores se genera el código Python para la prueba de Chi Cuadrado como se ve en la figura 3:

Figura 3: Código Python de la prueba de Chi Cuadrado



```

+ Código + Texto
1 import scipy.stats as stats
2
3 # Datos observados
4 observados = [17, 79]
5
6 # Datos esperados (distribución uniforme si no hay efecto)
7 esperados = [96 * 0.5, 96 * 0.5]
8
9 # Prueba de Chi Cuadrado
10 chi2, p = stats.chisquare(observados, f_exp=esperados)
11
12 print(f"Chi Cuadrado: {chi2}")
13 print(f"p-valor: {p}")
14
15 # Interpretación del p-valor
16 alpha = 0.05
17 if p < alpha:
18     print("Rechazamos la hipótesis nula (H0). Hay una diferencia significativa.")
19 else:
20     print("No podemos rechazar la hipótesis nula (H0). No hay una diferencia significativa.")
21
Chi Cuadrado: 40.041666666666664
p-valor: 2.4860303552004046e-10
Rechazamos la hipótesis nula (H0). Hay una diferencia significativa.

```

Elaborado por: Las Investigadoras

Rechazamos la hipótesis nula porque el p-valor es muy pequeño (menos de 0.05). Esto demuestra que la aplicación del sistema predictivo aumentará la precisión diagnóstica en el Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná si hay una diferencia significativa en la percepción. Por lo tanto, la hipótesis de que la aplicación del sistema predictivo aumentará significativamente la precisión diagnóstica es respaldada por los datos de la encuesta.

11.4 Requerimientos Funcionales

Los requisitos se han creado a partir de los criterios de los usuarios, que se han recopilado a través de una entrevista estructurada. La siguiente es la definición después de su análisis:

Tabla 13: *Requerimientos de Software*

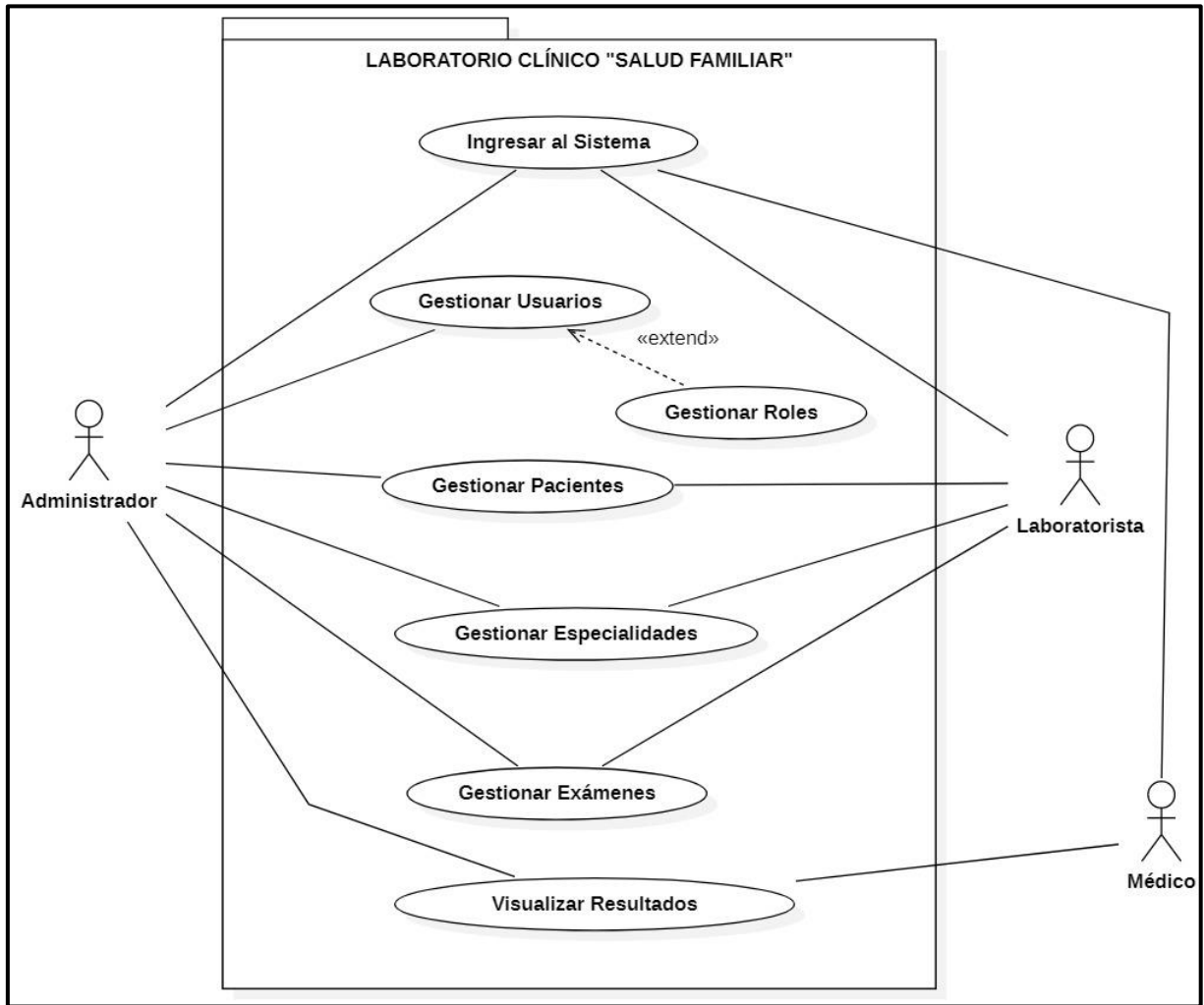
No.	Requerimientos del Cliente	Aprobación del Cliente
1	Ingreso al Sistema.	✓
2	Registro de Pacientes.	✓
3	Registro de Médicos	✓

4	Registro de Usuarios	✓
5	Registro de Roles	✓
6	Registro de exámenes médicos	✓
7	Registro de tipos de exámenes médicos	✓
8	Registro de análisis médicos	✓
9	Registro de especialidades	✓
10	Registro de Resultado de exámenes	✓
11	Formulación de predicción de enfermedades	✓
12	Actualización de Perfil	✓
13	Cerrar Sesión	✓

Elaborado por: Las Investigadoras

Para mejorar la comprensión del alcance del sistema por parte del usuario, donde interactúan el administrador, laboratorista y el médico, el administrador es quien va a utilizar cada uno de los módulos del sistema como es el ingreso al sistema, gestión de usuarios (agregar, editar y eliminar), gestión de paciente (agregar, editar y eliminar), Gestión de especialidades (agregar, editar y eliminar), gestión de exámenes (agregar, editar y eliminar) y visualización de resultados, de igual modo el laboratorista con la diferencia que no tiene acceso a los módulos de gestión de usuarios (agregar, editar y eliminar) y visualización de resultados, el medico solo puede iniciar sesión y visualizar resultados. A continuación, se puede visualizar el caso de uso del sistema:

Figura 4: Diagrama de casos de uso del sistema predictivo



Elaborado por: Las Investigadoras

11.5 Descripción del diagrama de caso de uso

Tabla 14: Caso de uso 1

Ingreso al sistema			
Descripción	Se permite el ingreso al sistema a los médicos y laboratorista, mediante la autenticación de sus credenciales, registradas en la base de datos.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 15: Caso de uso 2

Registro de Pacientes			
Descripción	El administrador y el laboratorista tienen los accesos para registrar los pacientes del laboratorio, mediante un formulario.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 16: Caso de uso 3

Registro de Médicos			
Descripción	El administrador tiene el acceso para registrar los médicos del laboratorio, mediante un formulario y asignar el usuario y la contraseña.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 17: Caso de uso 4

Registro de Usuarios			
Descripción	El administrador tiene el acceso para registrar los usuarios asignarle el rol y los privilegios de acceso a la información del sistema.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 18: Caso de uso 5

Registro de Roles			
Descripción	El administrador tiene el acceso para registrar los roles de usuarios dentro del sistema mediante un formulario.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 19: Caso de uso 6

Registro de exámenes médicos			
Descripción	El administrador y el laboratorista tienen el acceso de registrar los exámenes médicos de los pacientes, mediante un formulario dentro del sistema.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 20: Caso de uso 7

Registro de tipos de exámenes médicos			
Descripción	El administrador tiene el acceso de registrar los tipos exámenes mediante un formulario, con lo cual el sistema trabaja para la predicción de enfermedades.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 21: Caso de uso 8

Registro de análisis médicos			
Descripción	El administrador tiene el acceso de registrar los análisis de los exámenes mediante un formulario, con lo cual el sistema trabaja para la predicción de enfermedades.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 22: Caso de uso 9

Registro de especialidades			
Descripción	El administrador tiene el acceso de registrar las especialidades con las que trabaja el laboratorio, mediante un formulario de registro.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 23: Caso de uso 10

Registro de Resultado de exámenes			
Descripción	El administrador y laboratorista tiene el acceso de registra y visualizar los resultados de los exámenes médicos de los pacientes mediante un formulario.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 24: Caso de uso 11

Formulación de predicción de enfermedades			
Descripción	El administrador y el Medico tienen acceso a formular la predicción de enfermedades mediante el ingreso de los exámenes médicos previamente realizado por los pacientes.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 25: Caso de uso 12

Actualización de Perfil			
Descripción	El administrador, Laboratorista y el Médico tiene acceso a modificar su perfil personal dentro del sistema mediante un formulario.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 26: *Caso de uso 13*

Cerrar Sesión			
Descripción	El administrador, Laboratorista y el Medico tiene acceso salir del sistema mediante el cierre de sesión del sistema.		
Origen	Funcionalidad		
Prioridad	Alta	Modificable	Baja

Elaborado por: Las Investigadoras

11.6 Requerimientos Funcionales a Detalle

Tabla 27: *Requerimiento F1*

Requerimiento Funcional	Responsables:
	<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Función	Ingreso al Sistema.
Descripción	Permite el acceso al sistema mediante la autenticación de las credenciales de los usuarios previamente habilitados.
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso del nombre del usuario 2. Ingreso de la clave del usuario
Salida	Ingreso del usuario al sistema autenticados correctamente
Restricción	Validación de datos previamente con la base datos para el ingreso al sistema.
Prioridad	Alta

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 28: Requerimiento F2

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Función	Registro de Pacientes	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registró de los pacientes, como también las funciones de modificar y eliminar.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario 2. Ingreso de la cédula del paciente 3. Ingreso de la información personal del paciente 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El campo cédula del paciente debe contener 10 dígitos 2. Validación de los campos según su requerimiento 	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 29: Requerimiento F3

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Función	Registro de Médicos	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registró de los Médicos, como también las funciones de modificar y eliminar.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario como administrador 2. Ingreso de la cédula del médico 3. Ingreso de la información personal del médico 4. Creación de usuario y contraseña del médico 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. El campo cédula del médico debe contener 10 dígitos 2. Validación de los campos según su requerimiento 	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 30: Requerimiento F4

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Función	Registro de Usuarios	
Descripción	<p>Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registró de los usuarios, como también las funciones de modificar y eliminar.</p> <p>El sistema permitirá visualizar el estado de cada usuario y modificar su estado a activo o inactivo.</p>	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario como administrador 2. Ingreso de la información del usuario 3. Asignación del rol de usuario 4. Asignación de los privilegios de usuario 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validación de entrada de datos 2. Definir rol 3. Definir privilegios 	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 31: Requerimiento F5

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Función	Registro de Roles	
Descripción	<p>Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registró de los roles, como también las funciones de modificar.</p>	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario como administrador 2. Ingreso del nombre del rol de usuario 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validación de entrada de datos 	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 32: *Requerimiento F6*

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Función	Registro de exámenes médicos	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registro de exámenes médicos, como también las funciones de modificar y eliminar.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario 2. Consulta del paciente mediante su cédula 3. Asignación del médico/laboratorista 4. Seleccionar los análisis y los exámenes a realizar 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección del paciente 2. Asignar el tipo de examen medico 	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 33: *Requerimiento F7*

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Función	Registro de tipos de exámenes médicos	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registro los tipos de exámenes, como también las funciones de modificar.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario como administrador 2. Ingreso del nombre del tipo de examen 3. Asignación del tipo de análisis 4. Ingreso de la información personal del tipo de examen 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	Validación de entrada de datos	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 34: *Requerimiento F8*

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> Osorio Letty Suntasig Micaela
Función	Registro de análisis médicos	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registró de análisis de exámenes, como también las funciones de modificar.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario como administrador 2. Ingreso del nombre del análisis 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	1. Validación de entrada de datos	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 35: *Requerimiento F9*

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> Osorio Letty Suntasig Micaela
Función	Registro de especialidades	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registró de especialidades, como también las funciones de modificar.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario como administrador 2. Ingreso del nombre de la especialidad 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	1. Validación de entrada de datos	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 36: *Requerimiento F10*

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> Osorio Letty Suntasig Micaela
Función	Registro de Resultado de exámenes	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al registró de resultados de exámenes, como también las funciones de modificar.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario como administrador 2. Consulta del paciente mediante su cedula 3. Cargar el resultado del examen médico en pdf 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validación de entrada de datos 	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 37: *Requerimiento F11*

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> Osorio Letty Suntasig Micaela
Función	Formulación de predicción de enfermedades	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso a generar la predicción de enfermedades, como también las funciones de general reporte.	
Entrada	Ingreso de la cuenta de usuario <ol style="list-style-type: none"> 1. Consulta del tipo de examen 2. Ingreso de datos de los exámenes a predecir 3. Generar reporte 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	Validación de entrada de datos	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 38: *Requerimiento F12*

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> Osorio Letty Suntasig Micaela
Función	Actualización de Perfil	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al perfil, como también las funciones de modificar.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario 2. Actualización de los campos requeridos 	
Salida	Registro y actualización en la base de datos	
Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validación de entrada de datos 	
Prioridad	Media	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 39: *Requerimiento F13*

Requerimiento Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> Osorio Letty Suntasig Micaela
Función	Cerrar Sesión	
Descripción	Los usuarios autorizados tendrán el acceso al cierre de sesión.	
Entrada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingreso de la cuenta de usuario 	
Salida	Salida del sistema	
Restricción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validación de entrada de datos 	
Prioridad	Media	

Elaborado por: Las Investigadoras

11.7 Requerimientos no funcionales

Además, se tienen en cuenta los requisitos funcionales que contribuyen al buen diseño, accesibilidad y funcionamiento del sistema predictivo.

Tabla 40: *Requerimiento no F1*

Requerimiento No Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Restricción	El administrador tendrá el acceso de toda la información de los pacientes, médicos, laboratorista, exámenes, especialidades y toda la información del sistema.	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 41: *Requerimiento no F2*

Requerimiento No Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Restricción	El administrador tendrá la prioridad de brindar los accesos a los diferentes usuarios con diferentes interfaces.	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 42: *Requerimiento no F3*

Requerimiento No Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Restricción	El sistema permitirá la visualización de los datos de cada uno de los pacientes previamente registrado en el sistema.	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 43: Requerimiento no F4

Requerimiento No Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Restricción	El tiempo de espera de algún paciente requiera información será máximo de 3 segundos.	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 44: Requerimiento no F5

Requerimiento No Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Restricción	Todas las consulta y registro deben procesar en menos de 3 segundos.	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 45: Requerimiento no F7

Requerimiento No Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Restricción	El sistema debe funcionar las 24 horas del día los 7 días de la semana con accesibilidad a todos los usuarios.	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 46: *Requerimiento no F8*

Requerimiento No Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Restricción	Toda la información debe tener la garantía de ser confidencial y seguridad digital.	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

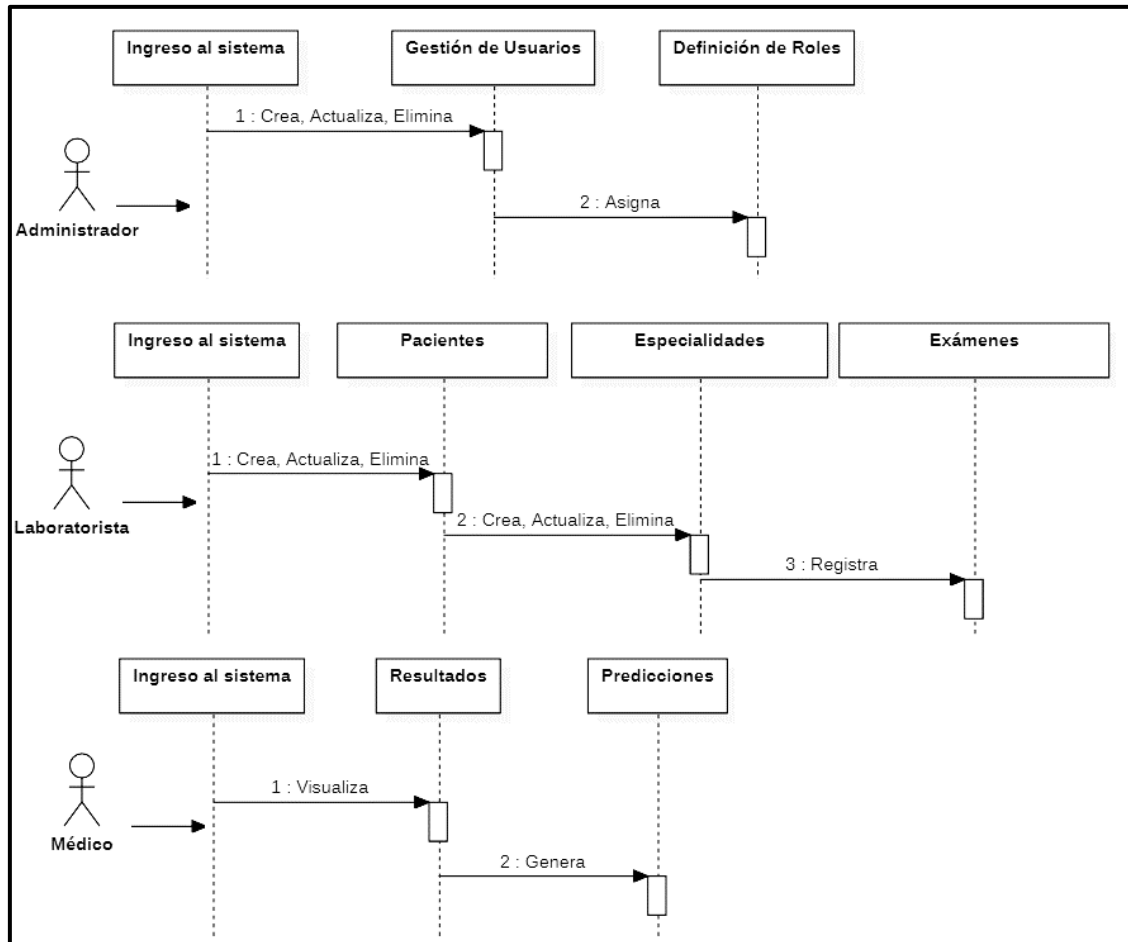
Tabla 47: *Requerimiento no F9*

Requerimiento No Funcional		Responsables:
		<ul style="list-style-type: none"> • Osorio Letty • Suntasig Micaela
Restricción	El sistema permitirá realizar la autorización inmediata al realizar los cambios en la base de datos de manera inmediata.	
Prioridad	Alta	

Elaborado por: Las Investigadoras

11.8 Diagrama de Secuencia

Figura 5: Diagrama de secuencia del sistema predictivo

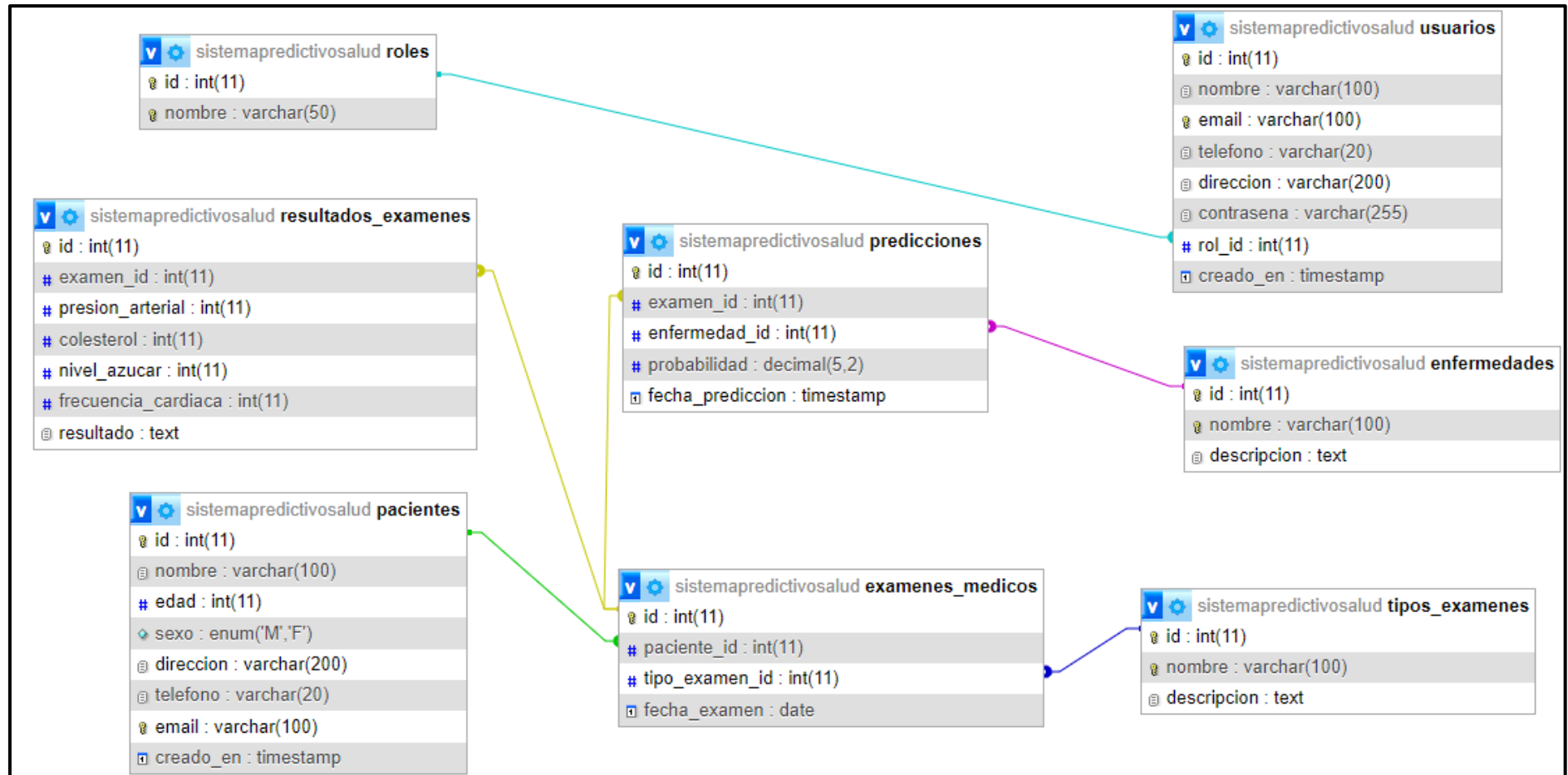


Elaborado por: Las Investigadoras

Conclusión: El diagrama de secuencia es esencial para el software de predicción de enfermedades porque proporciona una representación visual clara de cómo interactúan los componentes del sistema a lo largo del tiempo. Esto ayuda a entender los requisitos del sistema, identificar y resolver problemas potenciales en la lógica y flujo de datos, y facilita el desarrollo y las pruebas al servir como guía. Además, mejora la comunicación entre el equipo de desarrollo y actúa como una herramienta valiosa para la documentación y el mantenimiento del sistema, asegurando que el software funcione de manera eficiente y precisa.

11.9 Diagrama de Base de Datos

Figura 6: Diagrama ER



Elaborado por: Los Investigadores

Conclusión: El diagrama de la base de datos muestra una estructura relacional que se utiliza para administrar un sistema de predicción visual en el ámbito médico, donde se conectan varias tablas, incluidos los roles, los usuarios, los resultados de los exámenes, las predicciones, los pacientes, los exámenes médicos y los tipos de exámenes. Para facilitar la definición de roles y permisos de usuarios, el almacenamiento de resultados de exámenes que apoyan las predicciones de enfermedades y la recopilación de datos relevantes de los pacientes, como su edad y nombre, esta organización permite una gestión eficiente de la información. Además, la versatilidad del sistema se enriquece con la inclusión de varios tipos de exámenes médicos y la capacidad de registrar la fecha de las predicciones, lo que permite un análisis temporal y una personalización en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

11.10 Herramientas de Desarrollo

La siguiente es la descripción de las herramientas de programación de software libre utilizadas para crear el sistema:

Tabla 48: *Herramientas de desarrollo utilizadas*

No	Nombre	Descripción
1	Python	Lenguaje de Programación del Lado del Servidor
2	JavaScript	Lenguaje de Programación del Lado del Cliente
3	HTML	Lenguaje de etiquetado de sitios web
4	CSS	Lenguaje de diseño de sitios web
5	Bootstrap	Librería responsiva de diseño de interfaces gráficas de ambiente web
6	SKlearn	Librería Python de aprendizaje automático
7	Visual Studio Code	Editor de Texto
8	Google Colab	Entorno de programación web
9	SQLite	Motor de Base de Datos

Elaborado por: Las Investigadoras

11.11 Aplicación de la metodología Scrum

Un proyecto que integra múltiples disciplinas, como la informática, la medicina y la inteligencia artificial, incluye la creación de un sistema predictivo de enfermedades mediante inteligencia

artificial. Con su enfoque en dividir el trabajo en sprints manejables y claros, Scrum ayuda a manejar esta complejidad y a mantener el proyecto en marcha. El proceso de desarrollo del sistema se explica en los siguientes apartados.

11.11.1 Definición de Roles del Equipo

Tres roles fundamentales son considerados en la metodología Scrum: el propietario del producto, el scrum master y el equipo de desarrollo. El tutor del proyecto y el propietario del laboratorio se incorporan al trabajo para maximizar el talento humano.

Tabla 49: Roles del proyecto Scrum

Rol	Responsable	Descripción
Product Owner	Propietario del Laboratorio Clínico Salud Familiar	Garantiza que el sistema predictivo de enfermedades brinde el mayor valor posible y que el equipo de desarrollo cumpla con las expectativas y necesidades de las partes interesadas. Definir y priorizar el trabajo, mantener una comunicación efectiva y tomar decisiones estratégicas que orienten el proyecto hacia el logro de sus metas son parte de su función.
Scrum Master	Ing. Mgtr. Cajas Jaime Mesías	Asegurando que el equipo implemente los principios y prácticas de la metodología, actúa como facilitador del proceso Scrum. Remover obstáculos que puedan impedir el progreso del equipo, fomentar la colaboración y la comunicación efectiva entre los miembros del equipo y las partes interesadas, y promover un ambiente de trabajo ágil y productivo son parte de su función.
Development Team	Osorio Muñoz Letty Fernanda	Asegurando que el producto cumpla con los estándares de aceptación y aceptación establecidos, su responsabilidad incluye el diseño, el desarrollo,

	Suntasig Jaen Micaela Nicole	la prueba e la integración de las funcionalidades del sistema.
--	---------------------------------	--

Elaborado por: Las Investigadoras

11.11.2 Product Backlog o Pila de Producto

El propósito de la pila del producto es ser la lista dinámica y priorizada de todos los requisitos, características, mejoras y correcciones que el sistema requiere. Para asegurar que el equipo de desarrollo tenga una orientación clara sobre qué hacer y en qué orden, su función principal es recopilar y organizar todas las necesidades y deseos de las partes interesadas. El productor administra y prioriza el productor backlog, asegurándose de que los artículos de mayor valor e importancia se aborden primero. A medida que el proyecto avanza, el Product Backlog se actualiza continuamente para reflejar nuevos descubrimientos, cambios en los requisitos y retroalimentación recibida, facilitando así la adaptación del equipo a las necesidades emergentes y asegurando que el desarrollo se alinee con los objetivos del proyecto y las expectativas de los usuarios finales. A continuación, se presenta el product backlog:

Tabla 50: *Pila del Producto*

Nº	Descripción	Prioridad	Tiempo Estimado	Fecha Inicio	Fecha Fin
1	Ingreso al Sistema	Alta	5 días	30/10/2023	03/11/2023
2	Registro de Pacientes.	Alta	5 días	04/11/2023	08/11/2023
3	Registro de Médicos	Alta	6 días	09/11/2023	14/11/2023
4	Registro de Usuarios	Alta	8 días	15/11/2023	22/11/2023
5	Registro de Roles	Alta	5 días	23/11/2023	27/11/2023
6	Registro de exámenes médicos	Alta	7 días	28/11/2023	04/12/2023
7	Registro de tipos de exámenes médicos	Alta	5 días	05/12/2023	09/12/2023
8	Registro de análisis médicos	Alta	5 días	10/12/2023	14/12/2023
9	Registro de especialidades	Alta	5 días	15/12/2023	19/12/2023

10	Registro de Resultado de exámenes	Alta	5 días	20/12/2023	24/12/2023
11	Formulación de predicción de enfermedades	Alta	30 días	25/12/2023	23/01/2024
12	Actualización de Perfil	Media	5 días	24/01/2024	28/01/2024
13	Cerrar Sesión	Media	5 días	29/01/2024	02/02/2024
Total:				100 días	

Elaborado por: Las Investigadoras

11.11.3 Planificación de los SPRINT

Para avanzar en el desarrollo de manera incremental e iterativa, Scrum divide el producto backlog en sprints una vez que está disponible. La siguiente es una definición de tres sprint para este proyecto:

Tabla 51: *Planificación de Sprints*

SPRINT 1	SPRINT 2	SPRINT 3
Ingreso al Sistema.	Registro de exámenes médicos	Formulación de predicción de enfermedades
Registro de Pacientes.	Registro de tipos de exámenes médicos	Actualización de Perfil
Registro de Médicos	Registro de análisis médicos	Cerrar Sesión
Registro de Usuarios	Registro de especialidades	
Registro de Roles	Registro de Resultado de exámenes	

Elaborado por: Las Investigadoras

11.11.4 Ejecución del Sprint 1

Las implementaciones que se llevaron a cabo durante el primer sprint se describen en las siguientes tablas:

Tabla 52: *Sprint 1.1*

Nombre de la Historia	Ingreso al Sistema
Tiempo estimado	5 días
Como:	Usuarios registrados podrán acceder al sistema
Quiero:	Acceder al sistema mediante autenticación de credenciales
Criterios de Aceptación	
Cuando:	Ingresando al URL del login del sistema
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Página principal con un formulario de Acceso • Datos de acceso como usuario y contraseña

Elaborado por: Las Investigadoras

El email con el nombre de usuario y una contraseña de al menos seis dígitos se consideran credenciales de acceso para iniciar sesión. Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 7: *Formulario de Inicio de Sesión*

The image shows a login form with the following elements:

- Title:** Inicio de Sesión
- Form Fields:**
 - Nombre de Usuario:** Input field containing the text "doctor@saludfamiliar.com".
 - Contraseña:** Input field containing six dots ".....".
- Action:** A blue button labeled "Iniciar Sesión" located below the password field.

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 53: Sprint 1.2

Nombre de la Historia	Registro de Pacientes
Tiempo estimado	5 días
Como:	Administrador y Laboratorista podrán registra pacientes
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador y Laboratorista accedan al sistema con sus credenciales podrán registrar los pacientes mediante el modulo paciente.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de los pacientes mediante un formulario flotante con sus datos personales. • Visualización de todos los pacientes registrados • Modificación de los datos de los pacientes

Elaborado por: Las Investigadoras

La siguiente figura muestra el formulario creado para el registro de pacientes: se considera información personal y de contacto. Para registrar la fotografía de cada uno de los pacientes, también se permitió la subida de archivos al servidor.

Figura 8: Formulario de Registro de Pacientes

The screenshot shows the 'Registro de Pacientes' form within the 'PREDICCIÓN AI' application. The form is divided into two columns of input fields:

- Left Column:**
 - Nombre:** Ingrese el nombre
 - Fecha de Nacimiento:** dd/mm/aaaa
 - Dirección:** Ingrese la dirección
 - Correo Electrónico:** Ingrese el correo electrónico
- Right Column:**
 - Apellido:** Ingrese el apellido
 - Género:** Seleccione el género
 - Teléfono:** Ingrese el teléfono
 - Foto:** Arrastre y suelte su foto o Busque

At the bottom of the form, there are two buttons: '✓ Registrar Paciente' (blue) and '✗ Cancelar' (red). The interface also features a dark sidebar menu on the left with options like 'Indicadores', 'Pacientes', 'Médicos', etc., and a top navigation bar with a search bar and user profile for 'Dr. Juan Diaz'.

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 9: Listado de Pacientes

FOTO	NOMBRE	APELLIDO	FECHA DE NACIMIENTO	GÉNERO	DIRECCIÓN	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	ACCIONES
	Juan	Pérez	1990-01-01	Masculino	Av. 19 de Mayo y Eugenio Espejo	0998566325	juan.perez@gmail.com	
	María	López	1985-05-23	Femenino	Av. 19 de mayo y Manabi frente al parque central	0996332512	maria.lopez@gmail.com	
	Carlos	González	1978-11-11	Masculino	Avenida Medardo Ángel Silva, Quito, La Maná	0996652541	carlos.gonzalez@gmail.com	

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 54: Sprint 1.3

Nombre de la Historia	Registro de Médicos
Tiempo estimado	6 días
Como:	Administrador podrán registra Médicos
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador accede al sistema con sus credenciales podrán registrar los médicos mediante el módulo médicos.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de los médicos mediante un formulario flotante con sus datos personales. • La asignación del usuario de acceso al médico en el formulario de registro • Visualización de todos los médicos registrados • Modificación de los datos de los médicos

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 10: Formulario de registro de médicos

Registro de Médicos

Nombre: Ingrese el nombre

Apellido: Ingrese el apellido

Especialidad: Ingrese la especialidad

Número de Licencia: Ingrese el número de licencia

Teléfono: Ingrese el teléfono

Correo Electrónico: Ingrese el correo electrónico

Dirección: Ingrese la dirección

Fecha de Nacimiento: dd/mm/aaaa

Género: Seleccione el género

Foto de Perfil: Seleccionar archivo | Sin archivos seleccionados

Biografía: Ingrese una breve biografía

Botones: Registrar Médico, Cancelar

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 11: Listado de médicos

Listado de Médicos

NOMBRE	APELLIDO	ESPECIALIDAD	DIRECCIÓN	FECHA DE NACIMIENTO	GÉNERO	FOTO DE PERFIL	ACCIONES
María	García	Cardiología	Av.19 de Mayo y Los Álamos	1980-04-15	Femenino		
Carlos	López	Pediatría	Av Amazonas y Carchi	1975-09-20	Masculino		
Laura	Martínez	Dermatología	Av. 19 de Mayo y Galo Plaza	1985-06-30	Femenino		

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 55: *Sprint 1.4*

Nombre de la Historia	Registro de Usuarios
Tiempo estimado	8 días
Como:	Administrador podrán registra Usuarios y asignar privilegios
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador accede al sistema con sus credenciales podrán registrar los usuarios mediante el módulo usuario.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de los usuarios mediante un formulario flotante con sus datos personales. • La asignación de roles de usuario y acceso • Visualización de todos los usuarios registrados • Modificación de los datos de los usuarios

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 56: *Sprint 1.5*

Nombre de la Historia	Registro de Roles
Tiempo estimado	5 días
Como:	Administrador podrán registra los roles de los usuarios
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador accede al sistema con sus credenciales podrán registrar los roles de usuario mediante el módulo roles.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de los roles mediante un formulario flotante con su nombre. • Visualización de todos los roles registrados • Modificación de los datos de los roles

Elaborado por: Las Investigadoras

11.11.5 Sprint 2

Tabla 57: *Sprint 2.1*

Nombre de la Historia	Registro de exámenes médicos
Tiempo estimado	7 días
Como:	Administrador y Laboratorista podrán registra exámenes médicos
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador y Laboratorista accedan al sistema con sus credenciales podrán registrar los exámenes médicos mediante el módulo realizar exámenes.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de los exámenes médicos mediante la selección del análisis y el examen. • Seleccionar el paciente y el responsable del examen • Visualización de todos los exámenes médicos • Modificación de los datos de los exámenes médicos

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 12: *Formulario de Registro de Exámenes*

The screenshot shows a web application interface for 'PREDICCIÓN AI'. The main content area is titled 'Registro de Exámenes de Laboratorio'. It contains several input fields: 'Nombre del Paciente' (with a placeholder 'Ingrese el nombre del paciente'), 'ID del Paciente' (with a placeholder 'Ingrese el ID del paciente'), 'Tipo de Examen' (with a placeholder 'Ingrese el tipo de examen'), and 'Fecha de Realización' (with a date picker showing 'dd/mm/aaaa'). Below these are two text areas: 'Resultados' (with a placeholder 'Ingrese los resultados del examen') and 'Observaciones' (with a placeholder 'Ingrese observaciones adicionales'). At the bottom right, there are two buttons: a blue '✓ Registrar Examen' button and a red '✗ Cancelar' button. On the left, a dark sidebar menu lists various system functions: 'Inicio', 'Pacientes', 'Médicos', 'Tipos de Exámenes', 'Exámenes' (with sub-options 'Agregar' and 'Listado'), 'Predicciones', 'Reportes', 'Usuarios' (with a green notification badge), and 'Salir'. The top right corner shows the user profile 'Dr. Juan Díaz'.

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 13: Historial de Exámenes

NOMBRE DEL PACIENTE	ID DEL PACIENTE	TIPO DE EXAMEN	FECHA DE REALIZACIÓN	RESULTADOS	OBSERVACIONES	ACCIONES
Juan Pérez	123456	Hemograma Completo	2024-05-10	Hemoglobina: 13.5 g/dL, Hematocrito: 40%, Leucocitos: 6,500/uL	Paciente sin signos de anemia.	[Iconos de acción]
María López	654321	Perfil Lipídico	2024-06-15	Colesterol Total: 180 mg/dL, HDL: 50 mg/dL, LDL: 100 mg/dL	Niveles de lípidos dentro del rango normal.	[Iconos de acción]
Carlos García	112233	Prueba de Glucosa	2024-07-20	Glucosa: 90 mg/dL	Niveles de glucosa normales en ayunas.	[Iconos de acción]

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 58: Sprint 2.2

Nombre de la Historia	Registro de tipos de exámenes médicos
Tiempo estimado	5 días
Como:	Administrador podrán registra los tipos de exámenes médicos
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador accede al sistema con sus credenciales podrán registrar los tipos de exámenes médicos mediante el módulo exámenes.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de los tipos de exámenes médicos mediante un formulario flotante con su nombre. • Visualización de todos los tipos de exámenes médicos • Modificación de los tipos de exámenes médicos

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 14: Registro de Tipos de Exámenes

The screenshot shows a web interface for 'PREDICCIÓN AI'. On the left is a dark sidebar menu with options: 'Inicio', 'Indicadores', 'MENÚ DE OPCIONES', 'Pacientes', 'Médicos', 'Tipos de Exámenes', 'Exámenes', and 'Predicciones'. The main content area is titled 'Registro de Tipos de Exámenes'. It features a search bar at the top with the text 'Buscar...'. Below the title, there are four input fields: 'Nombre del Tipo de Examen' (with placeholder 'Ingrese el nombre del tipo de examen'), 'Descripción' (with placeholder 'Ingrese la descripción del examen'), 'Rango Normal' (with placeholder 'Ingrese el rango normal'), and 'Unidades' (with placeholder 'Ingrese las unidades de medida'). At the bottom right of the form are two buttons: a blue button with a checkmark and the text 'Registrar Tipo de Examen', and a red button with an 'X' and the text 'Cancelar'. The top right corner of the interface shows a notification bell with '3' and a user profile for 'Dr. Juan Diaz'.

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 59: *Sprint 2.3*

Nombre de la Historia	Registro de análisis médicos
Tiempo estimado	5 días
Como:	Administrador podrán registra los análisis médicos
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador accede al sistema con sus credenciales podrán registrar los análisis médicos mediante el módulo análisis.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de los análisis mediante un formulario flotante con su nombre. • Visualización de todos los análisis registrados • Modificación de los datos de los análisis

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 15: Análisis Médicos

NOMBRE DEL TIPO DE EXAMEN	DESCRIPCIÓN	RANGO NORMAL	UNIDADES	ACCIONES
Hemograma Completo	Evaluación de los componentes sanguíneos	Hematocrito: 37-47%, Hemoglobina: 12-16 g/dL	% y g/dL	[Editar] [Eliminar]
Perfil Lipídico	Análisis de los niveles de lípidos en sangre	Colesterol Total: 125-200 mg/dL, HDL: 40-60 mg/dL	mg/dL	[Editar] [Eliminar]
Prueba de Glucosa	Medición de la concentración de glucosa en sangre	70-100 mg/dL	mg/dL	[Editar] [Eliminar]
Examen de Orina	Análisis de la composición de la orina	pH: 4.5-8, Densidad: 1.005-1.030	-	[Editar] [Eliminar]
Prueba de Función Hepática	Evaluación de la función del hígado	AST: 10-40 U/L, ALT: 7-56 U/L	U/L	[Editar] [Eliminar]

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 60: Sprint 2.3

Nombre de la Historia	Registro de especialidades
Tiempo estimado	5 días
Como:	Administrador podrán registra las especialidades de los médicos
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador accede al sistema con sus credenciales podrán registrar las especialidades de los médicos mediante el módulo roles.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de las especialidades mediante un formulario flotante con su nombre. • Visualización de todas las especialidades registradas • Modificación de los datos de las especialidades

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 16: *Formulario de Registro de Especialidades*

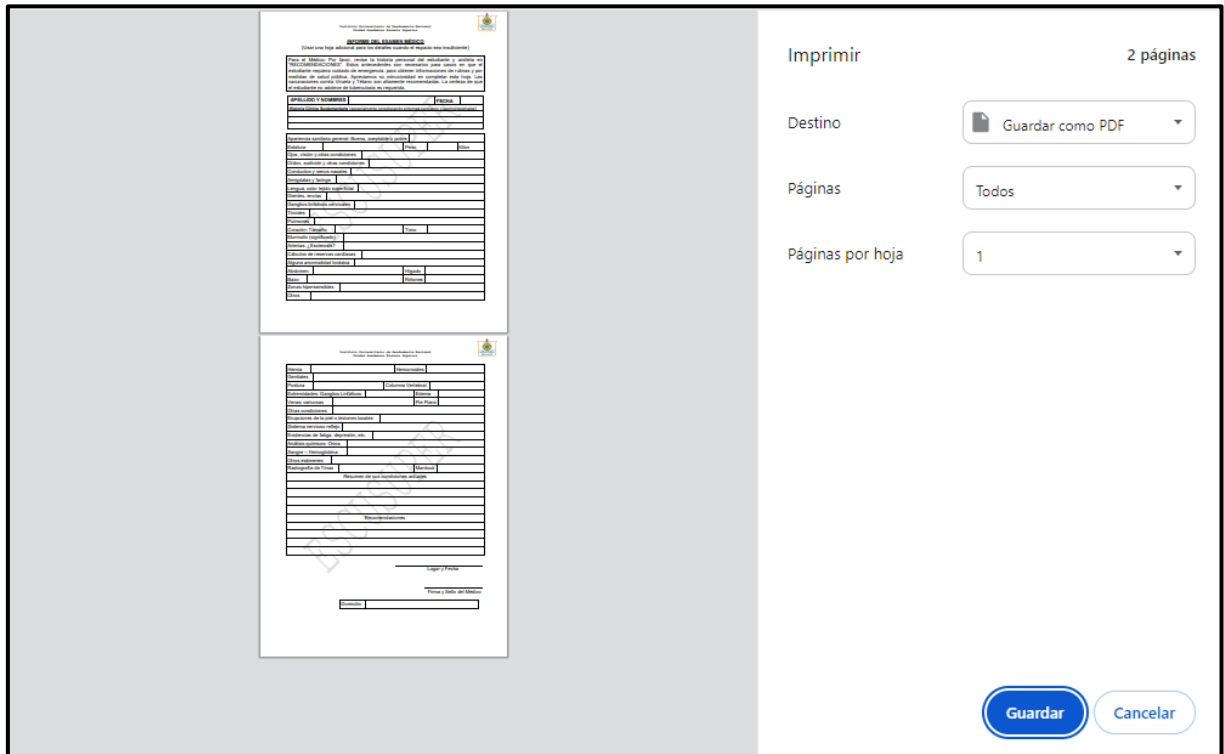
Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 61: *Sprint 2.4*

Nombre de la Historia	Registro de Resultado de exámenes
Tiempo estimado	5 días
Como:	Administrador y Laboratorista podrán registra los resultados de los exámenes médicos.
Quiero:	Registrar y Visualizar datos
Criterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador y Laboratorista accedan al sistema con sus credenciales podrán registrar los resultados de los exámenes médicos mediante el módulo resultado de exámenes.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Registro del resultado de exámenes mediante la búsqueda del paciente. • Visualización de todos los exámenes del paciente que se realizó. • Cargar archivo PDF de los resultados de los exámenes • Modificación el PDF de los resultados de los exámenes

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 17: Resultado de Exámenes



Elaborado por: Las Investigadoras

11.11.6 Sprint 3

Tabla 62: Sprint 3.1

Nombre de la Historia	Formulación de predicción de enfermedades
Tiempo estimado	30 días
Como:	Administrador podrá realizar la predicción de enfermedades.
Quiero:	Visualizar datos
Crterios de Aceptación	
Cuando:	El Administrador accede al sistema con sus credenciales podrán generar la predicción de enfermedades mediante el módulo predicción.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de los exámenes médicos del paciente. • Llenar los valores de cada resultado de los exámenes • Visualización de la enfermedad de acuerdo a los valores registrado en la base de datos.

Elaborado por: Las Investigadoras

Para la predicción de enfermedades se tomó un conjunto de datos (dataset) proveniente del sistema desarrollado para ilustrar su estructura se presenta la figura siguiente:

Figura 18: Estructura del dataset para predicción de enfermedades

```
1 id,edad,sexo,presion_arterial,colesterol,nivel_azucar,frecuencia_cardiaca,diagnostico
2 1,45,M,130,200,95,80,Enfermedad Cardiaca
3 2,50,F,140,220,100,75,Enfermedad Cardiaca
4 3,36,M,120,180,85,70,Saludable
5 4,62,F,150,240,110,85,Enfermedad Cardiaca
6 5,55,M,135,210,90,78,Enfermedad Cardiaca
7 6,48,F,125,190,100,72,Saludable
8 7,39,M,140,200,80,88,Saludable
9 8,60,F,145,230,105,80,Enfermedad Cardiaca
10 9,47,M,120,180,92,77,Saludable
11 10,53,F,130,205,98,74,Enfermedad Cardiaca
```

Elaborado por: Las Investigadoras

Con el dataset seleccionado se procede a realizar el código en Python para aplicar un algoritmo de regresión logística para realizar la predicción de enfermedades de acuerdo a las variables de: edad, sexo, presión arterial, colesterol, nivel de azúcar, frecuencia cardiaca y diagnóstico.

```
import seaborn as sns
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import classification_report, accuracy_score,
confusion_matrix

# Crear un DataFrame con los datos de 10 pacientes
data = {
    'id': [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10],
    'edad': [45, 50, 36, 62, 55, 48, 39, 60, 47, 53],
    'sexo': ['M', 'F', 'M', 'F', 'M', 'F', 'M', 'F', 'M', 'F'],
    'presion_arterial': [130, 140, 120, 150, 135, 125, 140, 145, 120,
130],
    'colesterol': [200, 220, 180, 240, 210, 190, 200, 230, 180, 205],
    'nivel_azucar': [95, 100, 85, 110, 90, 100, 80, 105, 92, 98],
    'frecuencia_cardiaca': [80, 75, 70, 85, 78, 72, 88, 80, 77, 74],
    'diagnostico': ['Enfermedad Cardiaca', 'Enfermedad Cardiaca',
'Saludable',
                    'Enfermedad Cardiaca', 'Enfermedad Cardiaca',
'Saludable',
```

```

        'Saludable', 'Enfermedad Cardiaca', 'Saludable',
        'Enfermedad Cardiaca']
    }

df = pd.DataFrame(data)

# Preprocesamiento de datos
# Convertir la variable categórica 'sexo' a variables dummy
df = pd.get_dummies(df, columns=['sexo'], drop_first=True)

# Seleccionar dos características para visualización
features = ['edad', 'presion_arterial']
X = df[features]
y = df['diagnostico']

# Convertir la variable objetivo a valores binarios para simplificación
y = y.map({'Saludable': 0, 'Enfermedad Cardiaca': 1})

# Dividir el dataset en conjunto de entrenamiento y prueba
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
                                                    test_size=0.3, random_state=42)

# Escalar características
scaler = StandardScaler()
X_train_scaled = scaler.fit_transform(X_train)
X_test_scaled = scaler.transform(X_test)

# Entrenar el modelo de Regresión Logística
model = LogisticRegression()
model.fit(X_train_scaled, y_train)

# Hacer predicciones
y_pred = model.predict(X_test_scaled)

# Evaluar el modelo
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
print(f"Precisión del modelo: {accuracy * 100:.2f}%")

# Mostrar el reporte de clasificación con manejo de zero_division
print("Reporte de clasificación:\n", classification_report(y_test,
                                                            y_pred, zero_division=0))

# Matriz de confusión
conf_matrix = confusion_matrix(y_test, y_pred)
print("Matriz de confusión:\n", conf_matrix)

# Graficar la matriz de confusión
plt.figure(figsize=(8, 6))
sns.heatmap(conf_matrix, annot=True, fmt='d', cmap='Blues',

```

```

        xticklabels=['Saludable', 'Enfermedad Cardiaca'],
        yticklabels=['Saludable', 'Enfermedad Cardiaca'])
plt.xlabel('Predicción')
plt.ylabel('Realidad')
plt.title('Matriz de Confusión')
plt.show()

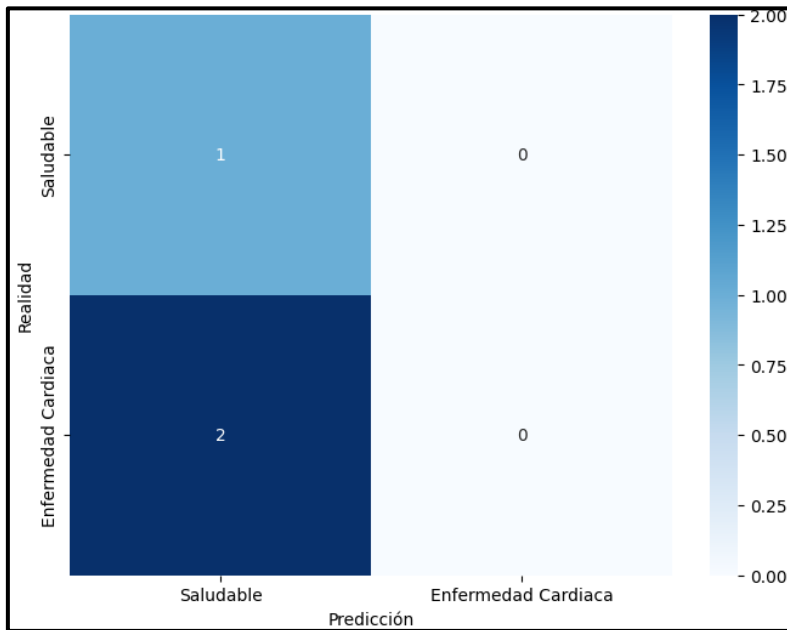
# Crear gráfico de los datos y la frontera de decisión
def plot_decision_boundary(X, y, model, ax):
    x_min, x_max = X[:, 0].min() - 1, X[:, 0].max() + 1
    y_min, y_max = X[:, 1].min() - 1, X[:, 1].max() + 1
    xx, yy = np.meshgrid(np.arange(x_min, x_max, 0.01),
                          np.arange(y_min, y_max, 0.01))
    Z = model.predict(np.c_[xx.ravel(), yy.ravel()])
    Z = Z.reshape(xx.shape)
    ax.contourf(xx, yy, Z, alpha=0.3, cmap='coolwarm')
    scatter = ax.scatter(X[:, 0], X[:, 1], c=y, edgecolor='k',
cmap='coolwarm')
    ax.set_xlabel('Edad')
    ax.set_ylabel('Presión Arterial')
    ax.set_title('Frontera de Decisión de la Regresión Logística')
    legend1 = ax.legend(*scatter.legend_elements(),
title="Diagnóstico")
    ax.add_artist(legend1)

# Visualizar los datos y la frontera de decisión
plt.figure(figsize=(10, 6))
plot_decision_boundary(X_train_scaled, y_train, model, plt.gca())
plt.show()

```

La precisión en la predicción de enfermedades es del 83.3% gracias al modelo de regresión logística utilizado. La matriz de confusión y la frontera de decisión se explican de esta manera:

Figura 19: *Matriz de confusión de la predicción de enfermedades*

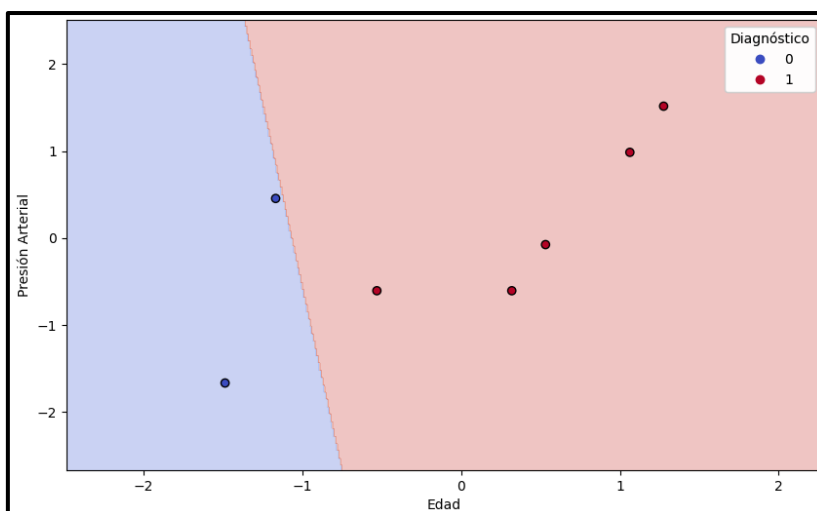


Elaborado por: Las Investigadoras

En la matriz de confusión se puede observar lo siguiente:

- El modelo identificó correctamente a 1 persona saludable.
- El modelo clasificó incorrectamente a 2 personas saludables como enfermas del corazón.

Figura 20: *Frontera de decisión*



Elaborado por: Las Investigadoras

La gráfica de la frontera de decisión muestra cómo el modelo utiliza las características "edad" y "presión arterial" para hacer predicciones de la siguiente manera:

- Se crea una malla de puntos que cubre el rango de las dos características seleccionadas ("edad" y "presión arterial").
- El modelo hace predicciones para cada punto en esta malla.
- Los puntos se colorean según la predicción del modelo, creando así la frontera entre las dos clases.

Tabla 63: *Sprint 3.2*

Nombre de la Historia	Actualización de Perfil
Tiempo estimado	5 días
Como:	Todos Usuarios podrán modificar su perfil
Quiero:	Actualización de perfil
Criterios de Aceptación	
Cuando:	Los usuarios mediante la opción perfil, podrán acceder a su perfil y modificar,
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de contraseña • Modificación de foto de perfil

Elaborado por: Las Investigadoras

Figura 21: *Formulario de configuración de perfil de usuario*

Nombre

Correo Electrónico

Teléfono

Dirección

Contraseña

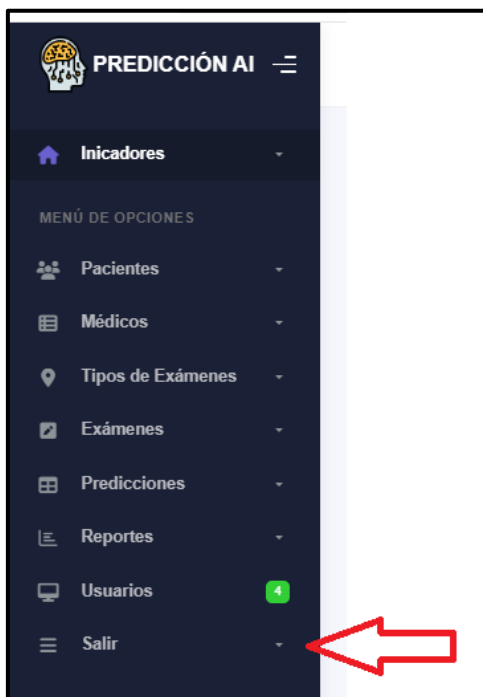
Confirmar Contraseña

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 64: *Sprint 3.3*

Nombre de la Historia	Cerrar Sesión
Tiempo estimado	5 días
Como:	Todos Usuarios que tenga acceso al sistema deben cerrar sesión automáticamente
Quiero:	Salir del sistema
Criterios de Aceptación	
Cuando:	Los usuarios mediante .la opción perfil podrán cerrar sesión directamente.
Espero:	<ul style="list-style-type: none"> • Cancelación de todo proceso del perfil activo • Cierre del sistema

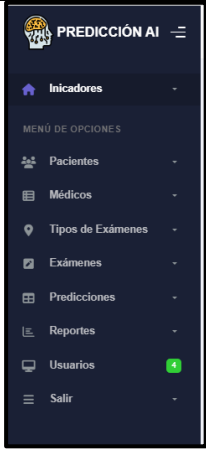
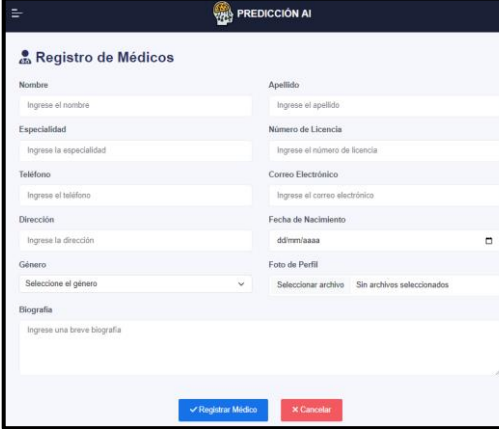
Elaborado por: Las Investigadoras



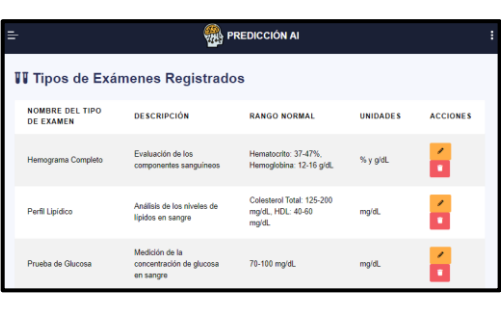
Figura 22: *Botón de cierre de sesión*

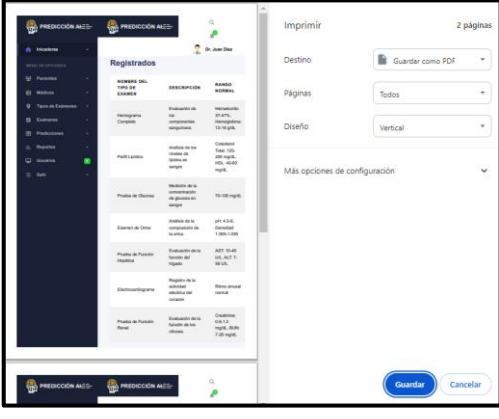
Elaborado por: Las Investigadoras

11.12 Pruebas Funcionales del Sistema

Tabla 65: Pruebas Funcionales

N°	Descripción de la prueba	Resultado esperado	Aprobación	Imagen
1	Login de Acceso	Página de acceso, formulario de validación de credenciales	Si (X) No ()	
2	Menú de Opciones	Barra lateral que permite acceder a las funcionalidades del sistema	Si (X) No ()	
3	Registro de Pacientes	Formulario que solicita la información para el registro.	Si (X) No ()	
4	Registro de Médicos	Formulario que solicita la información para el registro.	Si (X) No ()	

<p>5</p>	<p>Realización de exámenes</p>	<p>Formulario que solicita la información para el registro.</p>	<p>Si (X) No ()</p>	
<p>6</p>	<p>Listado de Pacientes</p>	<p>El sistema muestra información de los pacientes registrados.</p>	<p>Si (X) No ()</p>	
<p>7</p>	<p>Listado de Médicos</p>	<p>El sistema muestra información de los médicos registrados.</p>	<p>Si (X) No ()</p>	
<p>8</p>	<p>Historial de Exámenes</p>	<p>Se presenta una tabla con los exámenes realizados.</p>	<p>Si (X) No ()</p>	
<p>9</p>	<p>Registro de Tipos de Exámenes</p>	<p>El sistema muestra información de los tipos de exámenes registrados.</p>	<p>Si (X) No ()</p>	

10	Impresión de Reportes	El sistema muestra opciones de impresión de información.	Si (X) No ()	
----	-----------------------	--	------------------	--

Elaborado por: Las Investigadoras

12 IMPACTO (TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO)

12.1 Técnico

Un avance técnico significativo es el desarrollo de un sistema predictivo de enfermedades que utiliza inteligencia artificial para analizar exámenes médicos en el laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná. Este sistema posibilita la detección temprana de enfermedades con mayor eficiencia y precisión al combinar tecnologías de vanguardia como el procesamiento de datos médicos y el aprendizaje automático. También reducirá el tiempo necesario para obtener resultados precisos, mejorando la administración de datos clínicos y mejorando los procesos de diagnóstico. La mejora de la infraestructura tecnológica del laboratorio permitirá la incorporación de innovaciones y mejoras en el campo de la salud en el futuro.

12.2 Social

La comunidad del Cantón La Maná se verá muy beneficiados por la implementación de este sistema desde una perspectiva social. La calidad de la atención médica se elevará al incrementar la precisión y la rapidez en el diagnóstico de enfermedades, lo cual beneficiará directamente a los pacientes. La intervención más oportuna, los mejores resultados de salud y la disminución de la carga de enfermedades crónicas en la población serán posibles gracias a la detección temprana de enfermedades. Además, al fomentar una cultura de prevención y cuidado de la salud en la comunidad y al fomentar el uso de tecnologías avanzadas en la medicina, este sistema podría servir como modelo para otros centros de salud de la zona.

12.3 Ambiental

El impacto de la implementación de este sistema predictivo en el medio ambiente también es significativo. Se reducirá el uso de reactivos químicos y otros materiales de laboratorio, lo que contribuye a la disminución de los desechos médicos al optimizar los diagnósticos y al disminuir la necesidad de pruebas repetitivas e innecesarias. La digitalización y el análisis automatizado de datos médicos, además de promover prácticas más sostenibles, disminuirán la dependencia de registros en papel. Los procesos de diagnóstico más eficientes también implican un uso más eficiente de los recursos energéticos del laboratorio, lo que reduce la huella ambiental.

12.4 Económico

La implementación de un sistema predictivo de enfermedades con inteligencia artificial puede ahorrar mucho dinero tanto para el laboratorio como para los pacientes desde un punto de vista económico. Los costos relacionados con pruebas y tratamientos innecesarios disminuirán gracias a una mayor precisión y eficiencia en el diagnóstico. Para reducir los gastos médicos a largo plazo, los pacientes podrán obtener beneficios de diagnósticos tempranos y tratamientos más eficaces. El laboratorio Salud Familiar también podría atraer más pacientes y ser reconocido como un centro de excelencia en el uso de tecnologías avanzadas; esto podría generar más ingresos y posibilidades de financiamiento para futuras mejoras e innovaciones.

13 PRESUPUESTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 66: *Presupuesto del Proyecto*

Recursos Tecnológicos			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Total
Hosting	1 año	\$150.00	\$150.00
Dominio	1 año	\$15.00	\$15.00
SSL	1 año	Gratis
Internet	8 meses	\$45.00	\$360.00
SQLite	1 año	Gratis
Desarrollador	260 días	\$10.00	\$2,600.00
Curso Online	1 año	\$50.00	\$50.00
Laptop	1	\$730.00	\$730.00
Sub Total			\$3,905.00
Recursos de Materiales y Suministros			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Total
Hojas A4	1 resma	\$5.00	\$5.00
Impresiones	500	\$0.03	\$15.00
Copias (encuestas)	100	\$0.03	\$3.00
Carpetas	5	\$0.50	\$2.50
Sub Total			\$25.50
Gastos Indirectos			
Actividad			Total
	Transporte		\$100.00
	Alimentación		\$150.00
Sub Total			\$250.00
Gastos Totales			
Recursos tecnológicos			\$3,905.00
Recursos de materiales y suministros			\$25.50
Gastos Indirectos			\$250.00
Sub Total			\$4,180.50
15%			\$627.08
TOTAL			\$4,807.58

Elaborado por: Las Investigadoras

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones

- Una base teórica sólida ha sido fundamental para el desarrollo del sistema predictivo de enfermedades gracias a una revisión detallada de varias fuentes bibliográficas y estudios previos. Las mejores prácticas y métodos metodológicos para utilizar la inteligencia artificial en el diagnóstico médico han sido identificados gracias a esta investigación. Se ha logrado adaptar y aplicar estas innovaciones al Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná al examinar casos de éxito y las tecnologías empleadas en otros contextos, asegurando que el sistema creado esté respaldado por bases científicas y técnicas sólidas.
- La metodología ágil SCRUM se aplicó adaptando las fases y documentación de software más importantes para diseñar de manera estructurada y eficiente el sistema predictivo de enfermedades. Se ha creado un sistema que no solo es técnicamente sofisticado, sino que también es adaptable a futuras mejoras mediante el uso de herramientas tecnológicas avanzadas como Python, Django, SQLite3 y Scikit-learn. Con el fin de mejorar la eficiencia en la atención médica y la precisión diagnóstica, la colaboración continua entre el equipo de desarrollo y los profesionales del laboratorio ha garantizado que el sistema satisfaga los requisitos particulares y se integre de manera ideal en los procesos actuales.
- El sistema predictivo de enfermedades es muy preciso, efectivo y confiable, según han demostrado las pruebas detalladas. El sistema puede reconocer las enfermedades de manera precisa a partir de los datos de los exámenes médicos, brindando diagnósticos tempranos y precisos, según la evaluación minuciosa de su funcionamiento. La capacidad del Laboratorio Salud Familiar del Cantón La Maná para brindar atención médica de alta calidad, optimizar los recursos del laboratorio y disminuir el tiempo de diagnóstico ha mejorado notablemente con la implementación de este sistema.

14.2 Recomendaciones

- Continuar revisando la literatura y los estudios actuales para garantizar que el sistema predictivo se mantenga al día con los avances científicos y metodológicos más recientes. Además, promover la colaboración entre expertos en diagnóstico médico y investigadores en inteligencia artificial puede proporcionar nuevas perspectivas y mejoras continuas al sistema.
- Con reuniones regulares y feedback continuo, el equipo de desarrollo y los profesionales del laboratorio pueden comunicarse y colaborar mejor. Esto garantizará que el sistema se adapte rápidamente a los cambios en los requisitos y que se identifiquen oportunidades para mejoras o ajustes mientras se desarrolla el proyecto. Además, sería beneficioso para el equipo recibir capacitaciones regulares sobre cómo usar correctamente las herramientas tecnológicas.
- Realizar un plan de mantenimiento y evaluación continua del sistema para monitorear su rendimiento a largo plazo. Para mejorar la precisión diagnóstica, se pueden realizar auditorías regulares, actualizar los algoritmos y incorporar nuevos datos. La recopilación de comentarios de los usuarios también debe tenerse en cuenta para identificar áreas de mejora y garantizar que el sistema siga cumpliendo con las expectativas del laboratorio y sus pacientes.

15 BIBLIOGRAFÍA

- Acuña , R. (1 de Enero de 2021). Sistema Informático Para Brindar Servicios Médicos Al Consultorio “San Francisco De Asís”, De La Parroquia Calderón Del Cantón Portoviejo. *SAN FRANCISCO DE ASÍS*, 1(1), 2-5. Recuperado el 8 de Julio de 2024, de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2756/1/TESIS-%20INTRIAGO%20MERA%20JOSE%20PATRICIO.pdf>
- Andrade Haro, B., & Aguirre Cruz, G. (21 de Septiembre de 2021). Propuesta documental de una guía para la implementación de un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional para empresas mineras en el Ecuador basado en las mejoras sobre el análisis de los deficientes sistemas de gestión aplicados en empresas mine. *UISEK*, 1(1), 2-3. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/4436>
- Anthony, A., & García, R. (2019). *Sistema Web Basado En El Patrón Mtv Para Mejorar La Gestión De Prácticas Pre Profesionales De La Escuela Profesional De Ingeniería De Sistemas E Informática De La Universidad Nacional Del Santa*. Universidad Nacional del Santa.
- Arango, M. (2018). Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-33242015000200014&script=sci_arttext
- Arizaga Villate, M. Á., & Paucar Suntaxi, R. (12 de Noviembre de 2022). MODELO DE GESTIÓN EMPRESARIAL MEDIANTE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS EMPRESAS DE MEDICINA PREPAGADA DEL ECUADOR. *U. Israel*, 4-5. doi:<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/ec/>
- Baños, G. G. (Julio de 2019). Reconocimiento de emociones humanas y su aplicación a la robótica social. *Repositorio Universidad de Alicante*, pág. 9. Recuperado el 8 de Julio de 2024
- Barzallo, S., & Barzallo, P. (25 de Enero de 2020). La Inteligencia Artificial en la medicina. *Ateneo*, 21(2), 81-94. Recuperado el 07 de Julio de 2024, de <https://colegiomedicosazuay.ec/ojs/index.php/ateneo/article/view/102>
- Blanco, P. (2019). Metodología de desarrollo ágil para sistemas móviles Introducción al desarrollo con Android y el iPhone. *UPM*, 1-10. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcgclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Antonio->

- Fumero/publication/267795011_Metodologia_de_desarrollo_agil_para_sistemas_moviles_Introduccion_al_desarrollo_con_Android_y_el_iPhone/links/577009d108ae842225a
- Bonilla. (s.f.). *INSTITUCIONAL UNIN*. Obtenido de <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/10325/1/ACTFMFG007-%202019.pdf>
- Brusil Cruz, C. (2020). *Análisis comparativo entre aprendizaje supervisado y Aprendizaje semi-supervisado para la clasificación de señales sísmicas Vulcanológicas del Volcán Cotopaxi*. Escuela Politécnica Nacional. Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 08 de Julio de 2024, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20723/1/CD%2010239.pdf>
- Carrasco, M. (2019). METODOLOGÍA HÍBRIDA DE DESARROLLO DE SOFTWARE COMBINANDO XP Y SCRUM. *uniandes*. Obtenido de <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/1233>
- Castro Maldonado, J. J. (01 de 01 de 2023). Revista Udistrital. *TECNURA*, 140-174. Recuperado el 08 de 07 de 2024, de Revista Udistrital: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/19171>
- Christian, C., & Villatoro, K. (04 de Marzo de 2022). Diseño de un Sistema web para el control de Curriculum Vitae Electrónico de personal docente basado en una arquitectura orientada a servicios (API REST). *RITI*, 10(20). doi:<https://doi.org/10.36825/RITI.10.20.003>
- Culque, W., Gavilanes, J., Tiban, A., & De la Torre, A. (2022). APLICACIÓN WEB – MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DEL GO-. *Revista Universidad y Sociedad*, 14, 487-492.
- Del Pilar, M. (November de 2021). Sistema de archivos, gestores de base de datos y Hadoop: ¿evolución o retroceso? *Digital Universitaria*, 6, 10. doi:<http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.6.6>
- Diego, L., Toapanta, O., Barona, R., & Bayas, Á. (2023). Python una escalera para el desarrollo de la inteligencia artificial en el proceso enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Dominio de Las Ciencias*, 9(4), 363-374. doi:<https://doi.org/10.23857/dc.v9i4.3594>
- Escalante González, M. (01 de Diciembre de 2023). Aplicación de la inteligencia artificial para la detección del cáncer de mama. *Revista Médica Sinergia*, 8(12), 1-2. doi:[10.31434/rms.v8i12.1113](https://doi.org/10.31434/rms.v8i12.1113)

- Escalera, E. G. (Febrero de 2023). Prediccion eventos tromboticos en pancientes covid-19 mediante redes neuronales. Obtenido de https://oa.upm.es/72553/1/TF_G_EDUARDO_GALEOTE_ESCALERA.pdf
- Estupiñan, J., Yelandi, M., & Peñafiel, A. (1 de December de 2021). Inteligencia artificial y propiedad intelectual. *Revista Universidad y Sociedad*, 13, 7. Obtenido de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2490>
- Expósito Gallardo, M., & Ávila Ávila, R. (29 de Marzo de 2023). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Medicina: perspectivas y problemas. *Latindex*, 10(1), 1-12. doi:<https://doi.org/10.32457/ijmss.v10i1.2150>
- Feldroy, D., & Feldroy, A. (2021). *Django Documentation*:. alpha. doi:<https://bit.ly/3xQvnHf>
- Feria Avila, H., González, M. M., & Mantecón Licea, S. (2020). *La entrevista y la encuesta*. Universidad de Las Tunas. doi:4cr8hGe
- Gaete, J. (2018). PROPUESTA PARA UN NUEVO ENFOQUE DE APLICACIÓN ÁGIL CON SCRUM, LSD Y KANBAN. *pucv*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclclefindmkaj/http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-4000/UCC4166_01.pdf
- Gamarra, F. (2023). *Visual Studio Code* (Vol. 1). (RedUSERS, Ed.) Recuperado el 9 de Julio de 2024
- Gutiérrez Vera , D. (2020). Habilidades informacionales en el uso del Galen Clínicas con enfoque en Sistemas de Información en Salud. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 11(1), 5-6. Recuperado el 8 de Julio de 2024, de <https://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/1818>
- Gutiérrez, D., Tapia, A., & Álvaro, R. (2020). *Algoritmos Genéticos con PYTHON* (Primera ed., Vol. 1). (R. Castillo, Ed., & A. Alberola, Trad.) doi:9788426729859
- Hurtado, R. (24 de December de 2021). Análisis comparativo para la evaluación de frameworks usados en el desarrollo de aplicaciones web. *CEDAMAZ*, 11, 9. doi:<https://doi.org/10.54753/cedamaz.v11i2.1182>
- INEC. (2023). *Datos y resultados del censo*. Obtenido de Censo Ecuador: <https://www.censoecuador.gob.ec/data-y-resultados/>
- Intriago Mera, J. P. (2021). Sistema Informático Para Brindar Servicios Médicos Al Consultorio “San Francisco De Asís”, De La Parroquia Calderón Del Cantón Portoviejo. *ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ*, 6-7. Recuperado el 8 de Julio de

- 2024, de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2756/1/TESIS-%20INTRIAGO%20MERA%20JOSE%20PATRICIO.pdf>
- Jiménez, R. E. (8 de Julio de 2024). Metodologías Ágiles de Desarrollo de Software Aplicadas a la . *Unam*, 6. Obtenido de http://fcaenlinea.unam.mx/anexos/1728/Unidad_1/u1_act2_2.pdf
- Kuz, A. (2018). Comprendiendo la Aplicabilidad de Scrum en el Aula: Herramientas y Ejemplos. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-99592018000100008&script=sci_arttext
- Layme, F., & Canaza , S. (18 de Noviembre de 2021). Aplicación de los árboles de decisión en la identificación de sitios web fraudulentos. *Innovación y Software*, 3(1), 6-16. doi:<https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft/issue/view/15>
- Llerena, E. D. (2020). Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6457/1/APLICACION%20DE%20L>
- López Roldán, P., & Fachelli, S. (2021). *La Encuesta*. Bellaterra Universitat Autònoma de Barcelona. doi:10503/105303
- Mamani, R., Del Pino Rodríguez, L., & Gonzales Suarez, J. (2020). Arquitectura basada en Microservicios y DevOps para una ingeniería de software continua. *Industrial Data*, 23(2), 141-149. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/idata.v23i2.17278>
- Manriquez, E. (6 de April de 2020). Machine Learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, E28, 586-599. doi:16469895
- Manuel, T. (2012). Metodología Scrum. *Universitat Oberta de Catalunya*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjcgglefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52371023/Metodologia_SCRUM-libre.pdf?1490821540=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMetodologia_Scrum.pdf&Expires=1720413310&Signature=bANc~S13qoBpraY
- Martiatu Hendrich, M. (28 de Febrero de 2023). Influencia de inmunocomplejos circulantes del complemento en modelos predictivos de evolución clínica en artritis reumatoide. *CENCOMED*, 1(1), 6-7. Recuperado el 8 de Julio de 2024, de <https://hematologia2023.sld.cu/index.php/hematologia23/2023/paper/view/218>
- Martín, C., Urquía, A., & Rubio, M. A. (2021). *Lenguajes de Programación*. Madrid: 2021. doi:9788436277494

- Microsoft. (s.f.). *Conozca la familia Visual Studio*. Recuperado el 8 de Julio de 2024, de Conozca la familia Visual Studio.
- Nizama Valladolid, M., & Nizama Chávez, L. (2020). *El enfoque cualitativo en la investigación jurídica, proyecto de investigación cualitativa y seminario de tesis*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. doi:<https://bit.ly/45XsCkf>
- Ocampo, D. S. (03 de 12 de 2019). Investigalia. *ACVENISPROH Académico*. Recuperado el 08 de 07 de 2024, de Investigalia: <https://investigaliacr.com/investigacion/investigacion-bibliografica/>
- Ortega, J. (20 de Diciembre de 2021). DIAGNÓSTICO SOBRE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ECUADOR. Ecuador: Dirección de Fomento de Tecnologías Emergentes. Recuperado el 2024, de <https://observatorioecuadordigital.mintel.gob.ec/wp-content/uploads/2022/11/Proyecto-diagnostico-inteligencia-artificial-IA-en-Ecuador-Documento-final-JC-JO-MS-002.pdf>
- Pérez Quirós, F. d. (07 de 06 de 2022). Reconocimiento de imágenes con TensorFlow desde R. *Depósito de Investigación Universidad Sevilla*, pág. 9. Recuperado el 8 de Julio de 2024, de <https://idus.us.es/handle/11441/142916>
- Pineda, J. M. (01 de 11 de 2019). Revista Médica Clínica Las Condes. *Rev Med Clin Condes*, 583-590. Recuperado el 08 de 07 de 2024, de Revista Médica Clínica Las Condes: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-modelos-predictivos-salud-basados-aprendizaje-S0716864022001213>
- Prammer, M. (9 de January de 2022). *Introducing a Query Acceleration Path for Analytics in SQLite3*. (National Science Foundation) doi:10390275
- Reese, W. (2018). Nginx: the High-Performance Web Server and Reverse Proxy. *dl*, 1-10. Obtenido de <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.5555/1412202.1412204>
- Rocio B. Ruiz, J. d. (20 de Diciembre de 2022). Inteligencia Artificial al servicio de la salud del futuro. *Revista Medica Clinica Las Condes*, 34. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/312299/1-s2.0-S0716864023X00029/1-s2.0->
- Romero, A. (2019). Metodologías ágiles como herramienta tecnopedagógica: ventajas y desventajas. *Ciencia Latina*. Obtenido de <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2559>
- Sánchez, D. (2020). Integración de pruebas remotas de usabilidad en Programación Extrema: revisión de literatura. *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34702020000100020&lang=es

- Santillan, C. (September de 2022). El machine Learning como ventaja competitiva en el desarrollo de sistemas predictivos en el área de la inteligencia artificial. *El machine Learning como ventaja competitiva en el desarrollo de sistemas predictivos en el área de la inteligencia artificial.*, 23. Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/12574>
- Shanghai. (21 de Septiembre de 2018). *Inteligencia artificial para paliar la falta de médicos en China*. China. Recuperado el 2024, de <https://www.france24.com/es/20180921-inteligencia-artificial-para-paliar-la-falta-de-medicos-en-china>
- Sierra Gonzalez, R., Sosa Ramírez, K. P., González Garibay, & González Garibay, V. (2020). *Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias* . doi:<https://bit.ly/3VY9MVk>
- Sierra, J., & Santos, M. (2021). Redes neuronales y aprendizaje por refuerzo en el control de turbinas eólicas. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial* 18, 18, 9. doi:<https://doi.org/10.4995/riai.2021.16111>
- Socasi, G. P. (29 de 04 de 2019). Pan American Health Organization / World Health Organization. *RELACSYS*. Recuperado el 08 de 07 de 2024, de Pan American Health Organization / World Health Organization: <https://www3.paho.org/relacsis/index.php/es/foros-relacsis/foro-becker-fci-oms/61-foros/consultas-becker/1099-enfermedad-mayaro/>
- Tuarez Rosa, V. R. (8 de Marzo de 2022). DESARROLLO DE SOFTWARE BIOMÉDICO MEDIANTE MODELOS DEEP LEARNING PARA LA DETECCIÓN DE TUMORES PULMONARES EN LA APLICACIÓN DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES ESPECTRALES PARA EL DEPARTAMENTO MÉDICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ. La Maná, Cotopaxi, Ecuador. Recuperado el 2024, de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8438/1/UTC-PIM-%20000413.pdf>
- Urrúa, H. R. (12 de 08 de 2022). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. *Revista Cientific*, 99-119. Recuperado el 08 de 07 de 2024, de METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: https://acvenisproh.com/libros/index.php/Libros_categoria_Academico/article/view/22
- Vargas, E., Rengifo, R., Guizado, F., & Sanchez, F. (2019). Sistemas de información como herramienta para reorganizar procesos de manufactura. *Revista Venezolana*

de Gerencia, 24, 12. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058864015>

- Vega Malagón, G., Ávila Morales, J., Vega Malagón, A. J., Camacho Calderón, N., Becerril Santos, A., & Leo Amador, G. (2019). *Paradigmas de Investigación*. European Scientific Journal. doi:<https://bit.ly/45Suzyd>
- Vera Rivera, F., Barbosa Mora, J. L., & Gaona Cuevas, C. M. (2020). *Generación automática de la planificación de la entrega en desarrollo de software agil, asignación de historias de usuario a los desarrolladores usando algoritmos genéticos*. AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería. doi:<https://bit.ly/4bxKG5t>
- Vilajosana Guillén Xavier, N. M. (2019). Arquitectura de aplicación web. págs. 17-25. Recuperado el 8 de Julio de 2024, de <https://dspace.itsjapon.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/465/1/Arquitectura-de-aplicaciones-web-M2.pdf>
- Ymkiw, N. B. (2020). Inteligencia artificial al servicio de la salud del futuro. *Revista iberoamericana de tecnologia en educacion y educacion en tecnologia*, 9. Obtenido de <https://doi.org/10.24215/18509959.26.e>